HYDRAULISCHE BREMSEN

Übersicht und Wirkungsweise

ALFRED TEVES
MASCHINEN- UND ARMATURENFABRIK KG
FRANKFURT/MAIN

INHALTSVERZEICHNIS

A Berechnungsgrundlagen 5

1. Allgemein 5
2. Berechnung des Bremsweges 8
3. Ermittlung der Verzögerung des Anhängers 10
4. Handhabung des Siemens-Bremsprüfers 11
5. Bremswegtabelle 12
6. Formelzeichen für Bremsberechnungen 13

B Die ATE Lockheed Hydraulische Bremse 14

1. Allgemein 14
2. Aufbau und Wirkungsweise 15
3. Hauptzylinder 16
4. Motorrad-Hauptzylinder 20
5. Tandem-Hauptzylinder 22
6. Stufenhauptzylinder 26
7. Volumen des Hauptzylinders 27
8. Leitungsdruck 28
9. Richtlinien für den Einbau der Hauptzylinder 29
10. Bremslichtschalter 30
11. Ausgleichbehälter 31
12. ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit 32
13 ATE-Bremszylinder-Paste 33
14. Allgemeine Betrachtungen über Kraftfahrzeugbremsen . . . 34
15. Bauformen der Radial-Radbremsen 35
16. Bauformen der Scheibenbremsen 41
17. Selbsttätige Nachstellvorrichtungen 44
18. Nichtselbsttätige Nachstellvorrichtungen 46
19. Behandlung der Bremsbeläge und Bremstrommeln 52
20. Radzylinder 53
21. Richtlinien für den Einbau der Radzylinder 55
22. Rohrleitung 56
23. Richtlinien für Rohrverlegung 57
24. Bremsschläuche 58
25. Motorrad-Schlauchkupplung 59

C Wartung und Instandhaltung 60

1. Masse und Toleranzen für Haupt- und Radzylinder-Gehäuse und -Kolben 60
2. ATE-Hydraulik-Prüfgeräte 61
3. Füllen und Entlüften der hydraulischen Bremsanlage mit dem ATE-Füll- und Entlüftergerät 69
4. Entlüften mit dem Hauptzylinder 70
5. Inbetriebnahme, Füllen und Entlüften des Tandem-Hauptzylinders 71
6. Füllen und Entlüften der hydraulischen Bremsanlage von Motorrädern 72
7. Lagerung der Gummiformteile, Rad- und Hauptzylinder sowie Bremsschläuche 74
8. Reinigung des Bremssystems 75
9. Störungen und deren Abhilfe 75

D Hydraulische Betätigungen

1. Hydr. Kupplungsbetätigung 78
2. Hydr. Kraftstoffregulierung 83

Verzeichnis unserer Bremsen-Dienststellen 85

Prüfgeräte und Werkzeuge 90

A. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

1. Allgemein

Im derzeitigen technischen Schrifttum findet man die hydraulische Bremse übereinstimmend als modernste Konstruktion beschrieben. Die Werbungen der Automobilfabriken unterstreichen die besonderen Vorzüge dieser Bremsenart und machen sie mit zum Kennzeichen des neuzeitlichen Automobils. Die Millionen Benutzer der hydraulischen Bremsen sind gleichzeitig ihre begeisterten Anhänger. Die hydraulische Bremse ist beim heutigen Kraftwagen so selbstverständlich und nicht mehr wegzudenken wie die elektrische Beleuchtung.

Die Gründe für die Verbreitung dieser Bremse sind ihre Vorzüge:

Absoluter und unveränderlicher Ausgleich;
Hohe Kraftentfaltung bei leichter Bedienung;
Höchster Wirkungsgrad, progressive Wirkung;
Unempfindlich gegen Verschmutzung und Altern;
Geringste Wartung und einfache Bedienung.

Ein Kraftfahrzeug in der Bewegung besitzt eine gewisse Kinetische Energie, deren Grösse von der Masse des Fahrzeuges und seiner Geschwindigkeit bestimmt wird. Diese Energie muss vorerst vom Motor aufgebracht werden, um das Fahrzeug aus der Ruhe auf seine Geschwindigkeit zu bringen. Sie muss ganz oder teilweise vernichtet werden, wenn das Fahrzeug anhalten oder seine Geschwindigkeit vermindern soll. Die Vernichtung der Energie ist nun die Aufgabe der Bremse.

Ihre Wirkungsweise besteht darin, dass die Bewegungs-Energie A_E des Fahrzeuges, d. h. seine Fähigkeit vermöge der Geschwindigkeit Arbeit zu leisten, unwirksam gemacht wird. Sie wird durch Reibung in Wärme umgewandelt. Bezeichnet (G) das Gewicht eines Fahrzeuges in (kg) und (V) seine Geschwindigkeit in km/h, dann ist das Arbeitsvermögen, also die Bewegungs-Energie:

$$A_E = \frac{1}{2} \frac{G}{9{,}81} \left(\frac{V}{3{,}6} \right)^2 \text{ in mkg}$$

Nimmt man z. B. ein Fahrzeug von 2000 kg Gesamtgewicht an, so beträgt die Bewegungs-Energie bei 50 km/h

$$A_E = \frac{1}{2} \frac{2000}{9{,}81} \left(\frac{50}{3{,}6} \right)^2 = 19600 \text{ mkg}$$

Diese Arbeit muss in der Bremse durch Reibung in Wärme umgesetzt werden.

Die Reibung oder der Reibungswiderstand ist die in der Berührungsfläche zweier sich gegeneinander bewegender Körper wirksame Kraft. Sie wird errechnet aus dem Druck, mit dem die Körper gegeneinander gedrückt werden (Anpressdruck) und einer Zahl, der sogenannten Reibziffer, die die Rauhigkeit und andere Eigenschaften der Berührungsflächen zum Ausdruck bringt. Der Reibungswiderstand ist

$$K = N \cdot \mu_B \quad \text{in kg}$$

wobei (N) den Abpressdruck und μ_B die Reibziffer darstellt.

Zieht man einen 400 kg schweren Körper entsprechend der Abb. 1 über eine ebene Grundlage, und es wird eine ungefähre Zugkraft von 100 kg benötigt, so ist

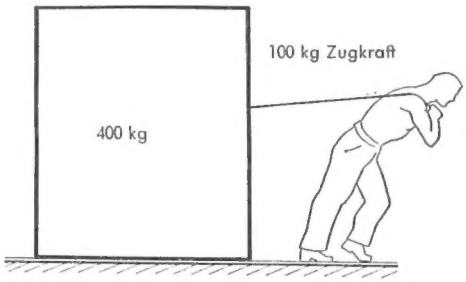


Abb. 1

die Reibziffer μ_B angenähert wie folgt zu bestimmen:

$$\mu_B = \frac{\text{zur Fortbewegung erforderliche Zugkraft}}{\text{Gewicht des Körpers (Anpressdruck)}} = \frac{K}{N} = \frac{100}{400} = 0{,}25$$

Legt man diese Reibziffer dem Beispiel der Abbremsung eines Rades zu Grunde, das durch ein um den Umfang gelegtes belastetes Seil in Drehung versetzt wird, so ergibt sich der zum Abbremsen erforderliche Anpressdruck (Abb. 2).

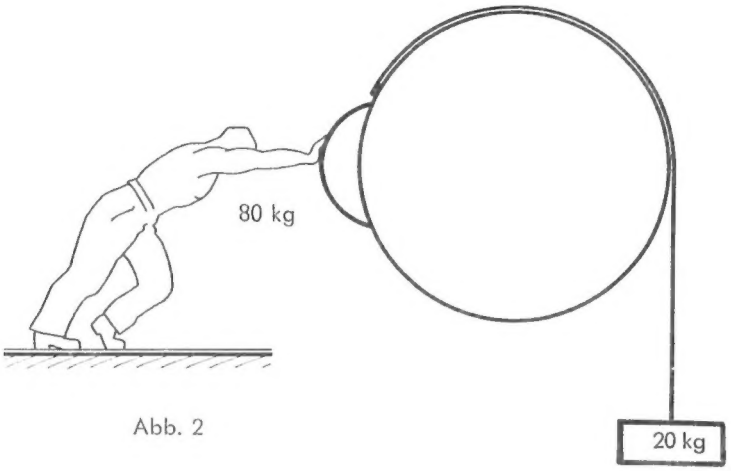


Abb. 2

aus der Gleichung:

$$N = \frac{K}{\mu_B} = \frac{20}{0{,}25} = 80\ \text{kg}$$

Der Anpressdruck kann bei Fahrzeugbremsen nicht beliebig gesteuert werden. Sein grösster Wert wird begrenzt durch die Boden- oder Strassenreibung. Bekanntlich ist die Abbremsung eines Fahrzeuges dann am grössten, wenn sich die Räder gerade eben noch drehen, also noch nicht schleifen. Ein zu grosser Anpressdruck der Bremsbacken oder Bremsbänder würde die Räder zum Schleifen bringen (Blockieren) und nicht die grösstmögliche Bremswirkung hervorrufen, sondern die Lenkfähigkeit des Fahrzeuges nachteilig beeinflussen oder gar aufheben (Wagen schleudert).

Der grösstmögliche Anpressdruck bei einem mittl. Strassenreibwert von $\mu_R = 0{,}6$ (entspricht trockener Strasse) ergibt sich aus folgender Überlegung:
In der Abb. 3 ist ein Fahrzeugrad mit dem Halbmesser (R) und der zugehörigen

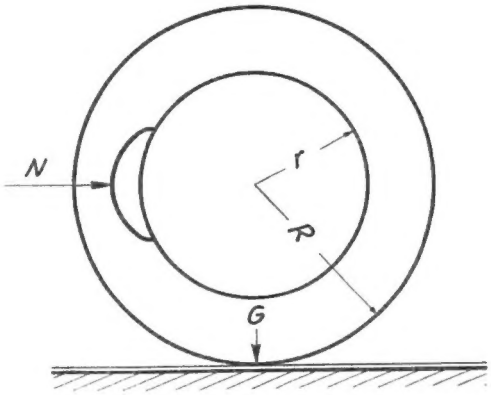


Abb. 3

Bremstrommel mit Halbmesser (r) schematisch dargestellt. Die Belastung des Rades sei (G) (etwa 1/4 des Gesamtgewichtes des Fahrzeuges). Die grösstmögliche Bremskraft B_R für diesen Fall beträgt:

$$B_R = \mu_R \cdot G \quad \text{in kg}$$

$$M_{B_R} = \mu_R \cdot G \cdot R = \text{mkg}$$

ist das „Hebelmoment" (Drehmoment) der Bremskraft. Gleichgross und entgegengesetzt soll am Bremstrommelradius (r) das Hebelmoment der Reibungskraft

$$M_{B_T} = \mu \cdot N \cdot r \quad \text{in mkg}$$

wirksam sein, damit das Rad möglichst schnell zum Stillstand kommt. Durch Verknüpfung der beiden letzten Gleichungen $M_{B_R} = M_{B_T}$ ergibt sich der grösstmögliche Anpressdruck:

$$N = \frac{G \cdot R \cdot \mu_R}{\mu_B \cdot r} \quad \text{in kg}$$

Zahlenbeispiel:

Raddruck	G	= 200 kg
Radhalbmesser	D	= 75 cm
Bremstrommelhalbmesser	d	= 30 cm
Strassen-Reibwert	μ_R	= 0,6
Reibziffer des Bremsbelages	μ_B	= 0,25

$$N = \frac{200 \cdot 75 \cdot 0{,}6}{0{,}25 \cdot 30} = 1200 \text{ kg}$$

2. Berechnung des Bremsweges

Unter dem Bremsweg versteht man die Strecke, die ein in Fahrt befindliches Fahrzeug bei Betätigung der Bremsen bis zu seinem Stillstand zurücklegt.
Der Bremsweg ist bei einer bestimmten gleich hohen Fusskraft des Fahrers abhängig von:

1. Gewicht des Fahrzeuges
2. Geschwindigkeit des Fahrzeuges bei Beginn der Bremsung
3. Beschaffenheit der Bereifung
4. Zustand der Strassenoberfläche

Punkte 3 und 4 finden in dem Reibwert μ_R Niederschlag. Die Grösse des Reibwertes ist mitbestimmend für die Grösse der maximal erreichbaren Verzögerung. Je kleiner μ_R ist, um so früher wird der Blockierzustand erreicht.

Trockene Strasse	~ 0.60
desgl. mit sehr guten Reifen	~ 0.80
nasse Strasse	~ 0.25
vereiste Strasse	~ 0.12

s = Bremsweg	in m
b = Verzögerung	in m/s²
V = Geschwindigkeit	in km/std
v = Geschwindigkeit	in m/s
t = Bremszeit	in sek.

$$\text{Bremsweg} = \left(\frac{V}{3{,}6}\right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot b} = \frac{V^2}{26\ b} \text{ m}$$

Beispiel 1:

Gegeben: Ausgangsgeschwindigkeit V = 50 km/std
Mittlere Verzögerung b = 2,5 m/s²
Gesucht: Bremsweg s = ? m

$$s = \frac{V^2}{26 \cdot b} = \frac{2500}{26 \cdot 2{,}5} = 38{,}5 \text{ m}$$

Beispiel 2:

Gegeben: Ausgangsgeschwindigkeit $V = 40$ km/std
Bremsweg $s = 16$ m

Gesucht: Mittlere Verzögerung $b = ?$

$$b = \frac{v^2}{2 \cdot s} = \frac{V^2}{26 \cdot s} = \text{m/s}^2$$

$$b = \frac{V^2}{26 \cdot s} = \frac{1600}{26 \cdot 16} = 3{,}9 \text{ m/s}^2$$

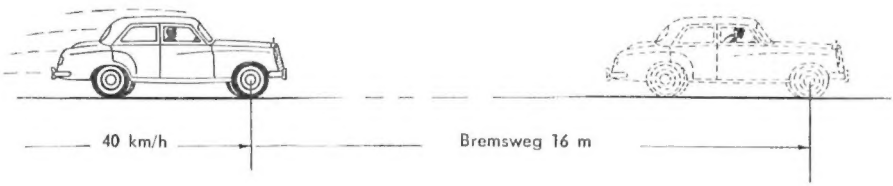


Abb. 4
Bremsweg eines Pkw

Beispiel 3:

Gegeben: Ausgangsgeschwindigkeit $V = 50$ km/std
Bremszeit $t = 4$ sek

Gesucht: Mittlere Verzögerung $b = ?$

$$b = \frac{V}{3{,}6 \cdot t} = \frac{50}{3{,}6 \cdot 4} = 3{,}5 \text{ m/s}^2$$

3. Ermittlung der Verzögerung des Anhängers

Die Bremskraft des Zugwagens reicht im allgemeinen nicht aus, einen Lastzug ausreichend zu bremsen. Der Anhänger muss mit einer eigenen Bremseinrichtung ausgerüstet sein. Diese Anhängerbremse kann:

1. hydraulisch betätigt werden,
2. mit Druckluft,
3. als Auflaufbremse ausgebildet sein.

Die Verzögerung des Anhängers soll der des Motorwagens mindestens gleich, aber keinesfalls kleiner sein, damit der Zug beim Bremsen gestreckt bleibt. Andernfalls können erhebliche Deichselkräfte auftreten und die Fahrsicherheit gefährden.

Die Anhänger-Verzögerung lässt sich mit einfachen Mitteln folgendermassen bestimmen: man ermittelt, wie auf Seite 8 u. 9 beschrieben wurde, die mittlere Verzögerung:

1. ohne Anhänger
2. mit Anhänger

Dann lässt sich die Verzögerung des Anhängers berechnen aus der Gleichung:

$$b_A = \frac{G_L\, b_L - G_Z\, b_Z}{G_A} \quad \text{m/s}^2$$

wobei:

- b_A Anhänger-Verzögerung
- b_L gemessene Verzögerung mit Anhänger
- b_Z gemessene Verzögerung ohne Anhänger
- G_L Gesamtgewicht des Lastzuges (Anhänger u. Zugwagen)
- G_Z Gesamtgewicht des Zugwagens
- G_A Gesamtgewicht des Anhängers

Zahlen-Beispiel:

$b_L = 2{,}5$ m/sec²

$b_Z = 3{,}2$ m/sec²

$G_L = 5500$ kg

$G_Z = 3200$ kg

$G_A = 2300$ kg

$$b_A = \frac{5500 \cdot 2{,}5 \quad 3200 \cdot 3{,}2}{2300} = 1{,}5 \text{ m/sec}^2$$

4. Handhabung des Siemens-Bremsprüfers

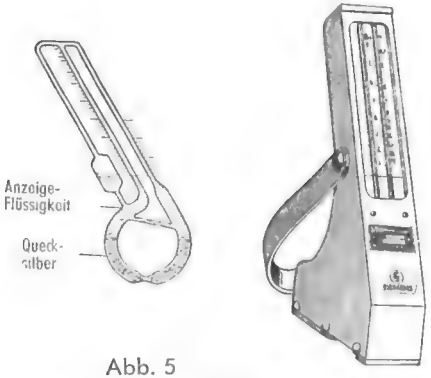


Abb. 5
Siemens-Bremsprüfer

Man stellt das Gerät auf den Boden neben den Fahrer. Die seitlich herauskiappbaren Stützen verhindern ein Umkippen. Es ist jedoch zweckmässig, während des Bremsvorganges einen Fuss auf eine der Stützen zu stellen. Dies hat vom Beifahrer zu geschehen, der dann auch das Resultat ablesen kann. Neben den beiden Steigrohren im Gehäuseausschnitt sind Zahlen- und Farbskalen angebracht. Skala (H) gilt für die Handbremse, Skala (F) für die Fussbremse. Die Zahlen-Skala gibt die maximalen Verzögerungswerte in m/s² an. Während des Bremsvorganges steigt in den Rohren eine Anzeigeflüssigkeit hoch, und es gilt folgende Wertung:

grün = ausreichende Bremswirkung. Fahrzeuge deren Bremswirkung in diesen Skalenbereich fällt, können als einwandfrei gelten, wobei selbstverständlich mit Rücksicht auf die Erwärmung der Bremstrommeln und Bremsbeläge die Ablesung erst nach einigen Bremsungen vorzunehmen ist, um Fahrzeuge, die schnell nachlassende Bremswirkung haben, auszuscheiden.

gelb = unzureichende Bremswirkung. Bei diesen Fahrzeugen müssen die Bremsen unbedingt nachgesehen und die Bremswirkung erhöht werden.

rot = sicherheitsgefährdend. Derartige Fahrzeuge dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden und auch die Werkstätte nicht verlassen.

5. Bremswegtabelle

Verzögerung	Reibziffer der Fahrbahn	Bremswege „s" und Bremszeiten „t" – Geschwindigkeit in km/h																											
		20		30		40		50		60		70		80		90		100		110		120		130		140		150	
		s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t
1,5	0,153	10,2	3,73	23,1	5,6	41	7,46	64,1	9,3	92,3	11,19	125,6	13	164	14,92	207,7	16,8	256,4	18,6	310,2	20,5	369,2	22,38	433,3	24,2	502,5	26	576,9	28
2	0,204	7,7	2,8	17,4	4,2	30,8	5,6	48,1	7	69,3	8,4	94,2	9,8	123,2	11,2	156,6	12,6	192,4	14	232,7	15,4	277,2	16,8	325	18,2	376,8	19,6	432,7	21
2,5	0,254	6,2	2,24	13,9	3,36	24,8	4,48	38,5	5,6	55,8	6,72	75,4	7,6	99,2	8,96	125,1	10,08	154	11,2	186,1	12,3	223,2	13,44	260	14,6	301,6	15,	346	16,8
3	0,310	5,1	1 86	11,5	2,8	20,4	3,72	32,1	4,7	45,9	5 58	62,8	6,5	81,6	7,44	103,5	8,4	128,4	9,4	155,1	10,3	183,6	11,16	216 6	12,1	251,2	13	288,4	14
3,5	0,360	4,4	1,6	9,9	2,4	17,6	3,2	27,5	4	39,6	4,8	53,8	5,6	70,4	6,4	89,1	7,2	110	8	133	8,8	158,4	9,6	185,7	10,4	215,2	11,2	247,2	12
4	0,407	3,8	1,4	8,6	2,1	15,2	2,8	24	3,5	34,2	4,2	47,1	4,9	60,8	5,6	77,4	6,3	96	7	116,3	7,7	136,8	8,4	162,5	9,1	188,4	9,8	216,3	10,5
4,5	0,458	3,4	1,24	7,7	1,66	13.6	0,48	21,4	3,1	30,6	3,72	41,9	4,4	54,4	4,96	69,3	5,58	85,6	6,2	103,4	6,8	122,4	7 44	144,4	8	167,6	8,8	192,3	9,3
5	0,509	3,1	1,12	6,9	1,68	12,4	2,24	19,2	2,8	27,9	3,36	37,7	3,9	49,6	4,48	62,1	5,04	76,8	5,6	93,1	6,2	111,6	6,72	130	7,3	150,8	7,8	173,1	8,4
5,5	0,560	2.8	1,02	6,3	1,53	11,2	2,04	17,4	2,54	25,2	3,06	34,2	3,6	44,8	4,08	56,7	4,59	69,6	5,08	84,6	5,6	100,8	6,12	118,1	6,6	136,8	7,2	157,3	7.6
6	0,610	2,6	0,93	5,9	1,4	10,4	1,86	16	2,3	23,4	2,79	31,4	3,3	41,6	3,72	53,1	4,2	64	4,7	77,6	5,1	93,6	5,58	108,3	6,1	1.5,6	6,6	144,2	7
6,5	0,660	2,4	0,86	5,4	1,29	9,6	1,72	14,8	2 15	21,6	2,58	28,9	3	38,4	3,44	48,6	3,87	59,2	4,30	71,6	4,7	86,4	5,16	100	5,6	115,6	6	133,1	6,5
7	0,710	2,2	0,8	4,9	1,2	8,8	1,6	13,7	2	19,8	2,4	26,9	2,8	35,2	3,2	44,1	3,6	54,8	4	66,5	4,4	79,2	4,8	92,9	5,2	107,6	5,6	123,6	6
7,5	0,756	2,1	0,75	4,6	1,12	8,4	1 5	12,8	1,9	18,9	2,24	25,1	2,6	32,8	3	41,5	3,35	51,3	3,7	62	4	73 8	4,48	86,7	4,85	100,5	5,2	115,4	5 6
8	0,810	2	0,7	4,3	1,05	8	1,4	12	1,8	18	2,1	23,5	2,5	30,8	2,8	38,9	3,15	48	3,5	58,1	3,85	69,2	4,2	81,2	4,55	94,2	4,9	108,2	5,3
8,5	0,860	1,8	0,66	4,1	0,98	7,2	1,3	11,3	1,6	16,2	1,97	22,1	2,3	29	2,6	36,6	3	45,2	3,3	54,8	3,6	65,1	3,9	76,5	4,3	89	4,6	101,8	5

$$b = \frac{V^2}{26 \cdot s} \qquad b = \frac{0{,}28 \cdot V}{t}$$

V = Geschwindigkeit

b = Verzögerung

Bremswege „s" in m

Bremszeiten „t" in sec

6. Formelzeichen für Bremsberechnungen

Formelzeichen	Einheit	Benennung
A_E	mkg	Bewegungsenergie
a	cm	Pedalweg (Weg des Krafthebels)
B_R	kg	Bremskraft am Reifenumfang
B_T	kg	Bremskraft am Bremstrommelumfang
b	m/s²	Verzögerung
b_A	m/s²	Verzögerung des Anhängers
b_L	m/s²	Verzögerung des Lastzuges
b_Z	m/s²	Verzögerung des Zugwagens
D	cm	Kolbendurchmesser
Fl	cm²	Kolbenfläche
G	kg	Gewicht des Fahrzeuges
G_A	kg	Gewicht des Anhängers
G_L	kg	Gewicht des Lastzuges (Zugwagen + Anhänger)
G_Z	kg	Gewicht des Zugwagens
g	m/s²	Fallbeschleunigung ($\sim$ 9,81 m/s²)
h_{Hz}	cm	Hauptzylinder Kolbenhub
h_{Rz}	cm	Radzylinder Kolbenhub
J	—	Gesamtübersetzung
i	—	Pedal-Übersetzung
i_1	—	Hydraulische Übersetzung
K	kg	Reibungswiderstand
K_D	kg	Kolbenkraft je Haupt- bzw. Radzylinderkolben
L	kg/cm²	Leitungsdruck
N	kg	Anpressdruck
P	kg	Fusskraft
R	cm	Wirksamer Halbmesser des Reifens
r	cm	Halbmesser der Bremstrommel
S_D	cm³/m	Schlauchdehnung
s	m	Bremsweg
t	sek	Bremszeit
V	km/std	Geschwindigkeit
v	m/s	Geschwindigkeit
V_{Hz}	cm³	Hauptzylinder-Volumen
V_{Rz}	cm³	Radzylinder Volumen
μ_B	—	Reibziffer des Bremsbelages
μ_R	—	Strassenreibwert
$\sim$	—	Ungefähr

B. DIE ATE LOCKHEED HYDRAULISCHE BREMSE

1. Allgemein

Die ATE Lockheed Hydraulische Bremse ist eine sorgfältig durchdachte, ausgereifte und einfache Konstruktion. Erfahrungen von drei Jahrzehnten stehen ihrem Herstellerwerk bei der Konstruktion, der Auswahl der Werkstoffe, der Fabrikation und nicht zuletzt bei der Kontrolle zur Verfügung. Zweifellos tragen diese Erfahrungen ausschlaggebend mit dazu bei, dass sie heute nicht nur in Fachkreisen als **die Hydraulische Bremse** bezeichnet und in den meisten deutschen Personen- und Lastkraftwagen serienmässig eingebaut wird. Es erübrigt sich nahezu zu erwähnen, dass die ATE Lockheed Hydraulische Bremse die technischen Grundforderungen, die an Kraftfahrzeugbremsen moderner Bauart gestellt werden müssen, erfüllt.

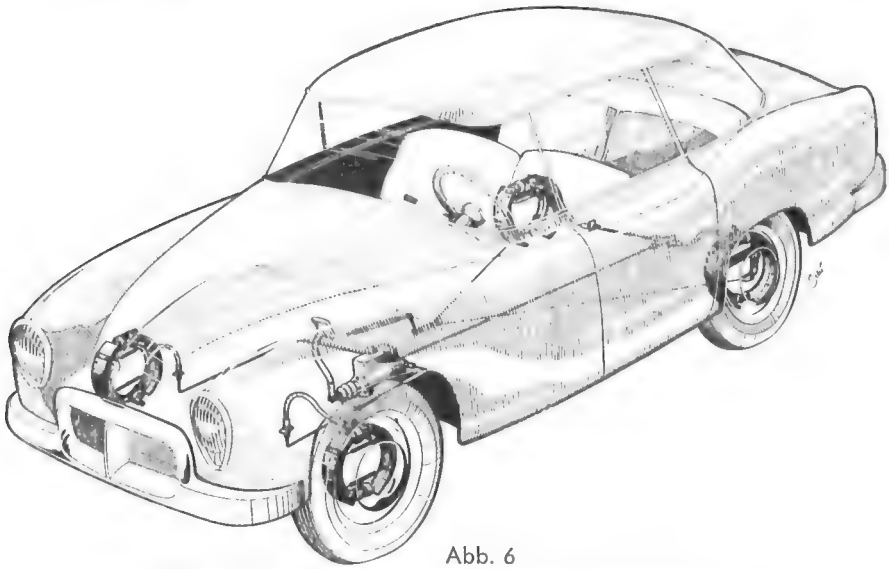


Abb. 6
ATE Lockheed Hydraulische Bremse im Personenwagen

Zusammengefasst ergeben sich folgende, grundsätzlichen Vorteile:

- feinfühlige Betätigung und sofortiges Ansprechen der Bremsen,
- gleichzeitiges Bremsen an allen Rädern,
- hoher Wirkungsgrad,
- verschleissfest und wartungsfrei, da selbstschmierend und unempfindlich gegen äusseren Schmutz,
- unempfindlich gegen Witterungseinflüsse,
- kein Bremsflüssigkeitsverlust, kein Lufteintritt möglich,
- unabhängig von Belastung und Bewegung zwischen Fahrgestell und Rädern,
- leichte Einbaumöglichkeit auch unter schwierigsten konstruktiven Bedingungen,
- kleine Aggregate und somit geringes Gewicht.

2. Aufbau und Wirkungsweise

Die ATE Lockheed Hydraulische Bremse beruht in ihrer grundsätzlichen Wirkung auf der Anwendung des Pascal'schen Gesetzes: (Abb. 7)

„Der auf eine eingeschlossene Flüssigkeit ausgeübte Druck pflanzt sich in dieser nach allen Richtungen gleichmässig fort."

Der linke Kolben belastet die Flüssigkeit mit 100 kg. Auf jeden der acht rechts dargestellten Kolben wirkt bei gleicher Kolbenfläche eine Kraft von 100 kg. Der linke Kolben legt die Summe der rechten Kolbenwege zurück. Tritt nun an Stelle der Gewichtsbelastung links eine Fusskraft und lässt man die acht Kolben rechts auf die Bremsbacken wirken, so hat man das Prinzip der hydraulischen Bremse.

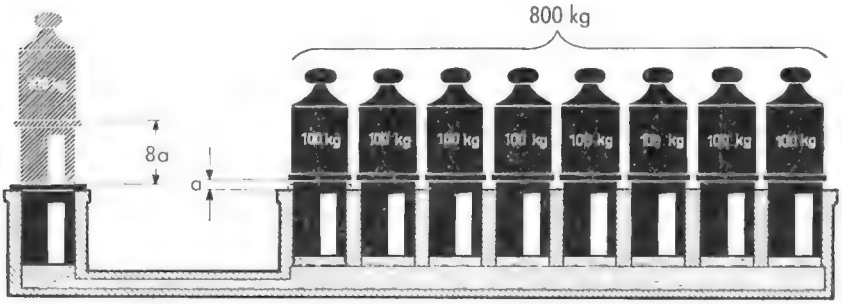


Abb. 7
Anwendungsbeispiel des Pascal'schen Gesetzes

Die ATE Lockheed Hydraulische Bremse besteht im einfachsten Aufbau (Abb. 8) aus Hauptzylinder mit Ausgleichbehälter, Radzylindern, den verbindenden Rohrleitungen, sowie Bremsschläuchen und Bremsflüssigkeit.

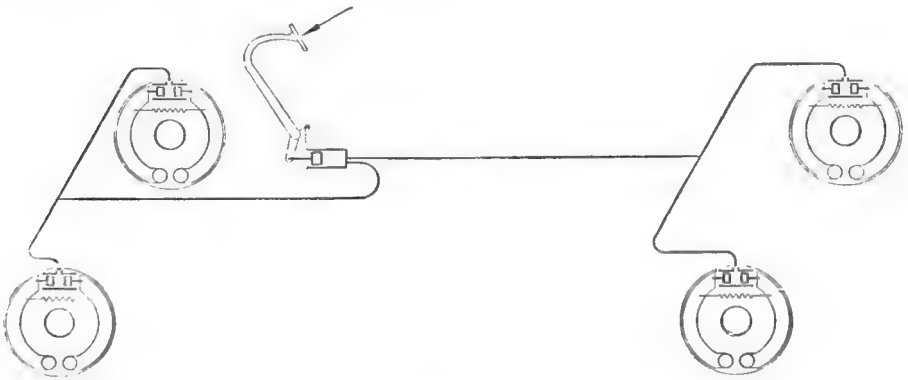


Abb. 8
Schema einer hydraulischen Bremse

3. Hauptzylinder

Grundsätzlich bezeichnet man den Zylinder als Hauptzylinder, der durch die Fusskraft oder eine Hilfskraft (Druckluft, Vakuum, Pumpe) betätigt wird. Beim Niedertreten des Bremspedals wird der Hauptzylinderkolben verschoben und drückt die im Bremssystem eingeschlossene Bremsflüssigkeit zu den Radzylindern.

Nach Überwindung des Lüftspieles zwischen der Bremstrommel und den Bremsbacken entsteht unter Auswirkung der Fusskraft oder einer Hilfskraft ein Druck in der Bremsanlage, der die erforderliche Abbremsung bewirkt. Vom Hauptzylinder wird also der gesamte Bremsvorgang eingeleitet und gesteuert.

Abb. 9, 10, und 11 zeigen Hauptzylinder mit angegossenem und aufgeschraubtem Ausgleichbehälter im Längsschnitt.

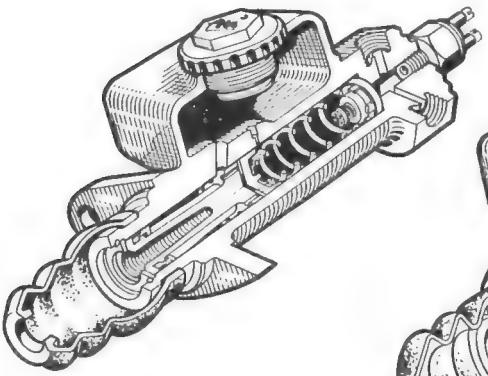


Abb. 9

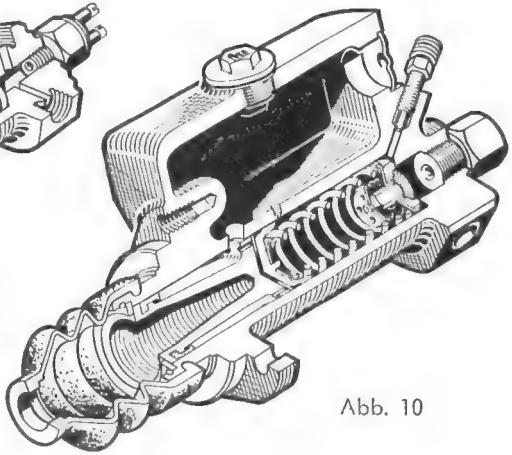


Abb. 10

Hauptzylinder mit angegossenem Ausgleichbehälter

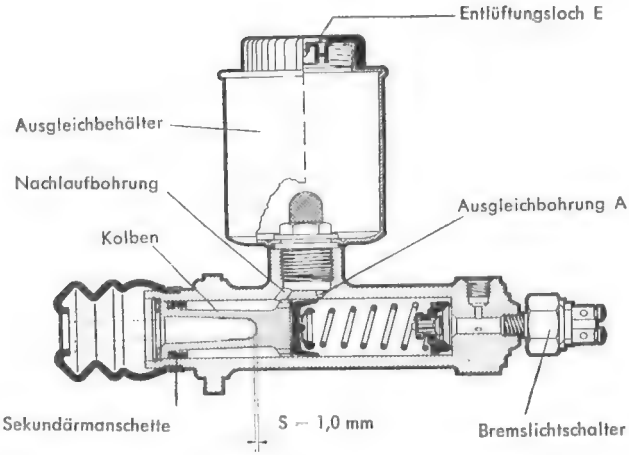


Abb. 11
Hauptzylinder mit aufgeschraubtem Ausgleichbehälter

Einen bei Kleinwagenbremsen verwendeten Hauptzylinder zeigt Abb. 12, der zur Erreichung einer sehr gedrungenen Bauart infolge der begrenzten Raumverhältnisse bei Kleinwagen keine Nachlaufbohrung besitzt. Ausserdem hat er einen innenliegenden Pedalanschlag, wodurch sich ein separater Anschlag für das Bremspedal erübrigt. (Füllen und Entlüften siehe Seite 72).

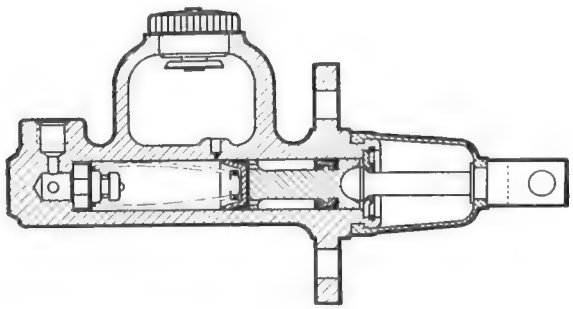


Abb. 12
Hauptzylinder ohne Nachlaufbohrung

Wirkungsweise

Die genaue Kenntnis der Wirkungsweise des Hauptzylinders ist wichtig für das Verständnis der Funktion der ATE Lockheed Hydraulischen Bremse.

Der Hauptzylinder ist mit selbsttätiger Nachfüllung, das heisst mit einer Regulierung für stets gleichbleibendes Flüssigkeitsvolumen und gleichbleibendem Vordruck im

Leitungsnetz ausgerüstet. Die **Ausgleichbohrung** sowie das **Boden- oder Kappenventil** erfüllen, in Verbindung mit der ventilartig wirkenden Primärmanschette diese Aufgabe.

Die im Hauptzylinder, in dem Leitungsnetz und in den Radzylindern eingeschlossene Flüssigkeit ist Einflüssen unterworfen, die eine Mengen- und Druckänderung hervorrufen können. Da die Ausgleichbohrung im Lösezustand eine Verbindung zwischen dem Ausgleichbehälter und dem Zylinderdruckraum herstellt und das zwischen Hauptzylinder und Leitungen angeordnete Boden- oder Kappenventil auf geringe Druckschwankungen automatisch reagiert, ist ein Mengen- und Druckausgleich gewährleistet. Da es somit die Aufgabe dieser Bohrung ist, gewissermassen die Harmonie im Flüssigkeitssystem aufrechtzuerhalten, können alle Einwirkungen, die diese Aufgabe stören, zu Funktionsstörungen führen. **Die Ausgleichbohrung muss bei gelöster Bremse immer offen sein. Das ist vor allem bei der Bremspedaleinstellung zu berücksichtigen.**

Das Bremspedalgestänge muss so angeschlossen werden, dass zwischen Kolbenstange und Kolbendruckpfanne ein Spiel (S) von 1,0 mm besteht (siehe Abb. 23), um zu gewährleisten, dass die Ausgleichbohrung nicht von der Primärmanschette überdeckt wird. Eine geschlossene Ausgleichbohrung lässt ein Rückfliessen zum Ausgleichbehälter der unter Wärmeeinwirkung sich ausdehnenden Flüssigkeit nicht zu; sie würde sich dann nach den Radzylindern hin ausdehnen und unter Überwindung der Rückzugfedern ständiges Schleifen der Bremsbacken zur Folge haben.

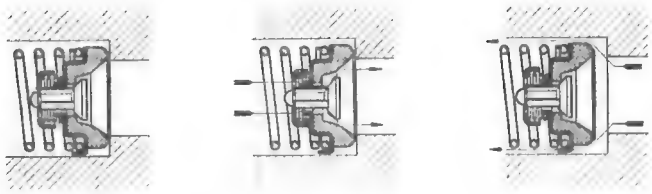
Das erwähnte Spiel (S) muss natürlich auch dann vorhanden sein, wenn der Hauptzylinder durch ein Druckluft- oder Vakuumgerät betätigt wird.

Bodenventil

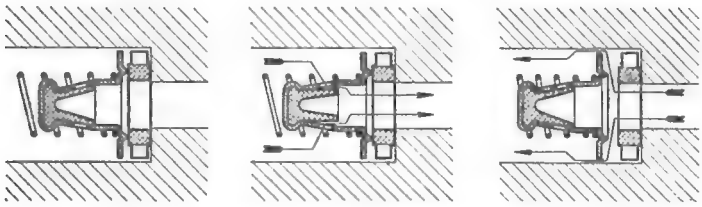
Ein wichtiger Teil des ATE Lockheed Hauptzylinders ist das **Bodenventil** (Abb. 13), das durch die Druckfederbelastung die in den Leitungen befindliche Flüssigkeit **dauernd** unter einem gewissen Überdruck hält, so dass die geringste Druckerhöhung schon die **sofortige Bremswirkung** veranlasst. Somit werden Leerwege am Bremspedal vermieden. Ausserdem werden durch den Überdruck die Radzylindermanschettenlippen mit grösserer Spannung an die Zylinderwand angelegt und das Eindringen von Luft vermieden.

Um den weiter oben beschriebenen Mengen- und Druckausgleich zu steuern, ist das Bodenventil als Doppelventil ausgebildet.

Tritt im System ein Unterdruck ein, so reagiert das innere kleine Ventil, die Ventilkappe, bzw. der Ventilkegel auch bei sehr kleinen Unterschieden und lässt die erforderliche Flüssigkeitsmenge vom Ausgleichbehälter über den Zylinderdruckraum in das System fliessen. Bei einem Überdruck im Bremssystem wird das Bodenventil von seinem Sitz abgehoben, so dass sich die Flüssigkeit zum Behälter ausgleichen kann. Beim Lösen der Bremsen ist der Vorgang derselbe. Die, durch das Verschieben des Hauptzylinderkolbens, verdrängte Flüssigkeitsmenge gelangt über das innere kleine Ventil in die Leitungen und strömt beim Zurücknehmen des Bremspedals über das Bodenventil zurück.



Ausführung A Kegelventil



Ausführung B Kappenventil

Ruhestellung Bremsstellung Lösestellung

Abb. 13
Bodenventil-Ausführungen

Die doppelte Wirkung der ATE-Hauptzylinder-Manschette (Primärmanschette)

Als dritte wesentliche Anordnung für den ATE Lockheed Hauptzylinder, neben Ausgleichbohrung und Bodenventil, gilt der besonders ausgebildete Hz-Kolben in Verbindung mit Füllscheibe und Primärmanschatte (Abb. 14).

Der Druckraum des ATE Lockheed Hauptzylinders wird lediglich durch die Primär-Manschette abgedichtet. **Die Verbindung des Zylinders mit des Ausgleichbehälter wird bei Bremsbetätigung unterbrochen, da die Lippe der Primärmanschette bereits nach sehr kurzem Kolbenweg die Ausgleichbohrung überfahren hat.**

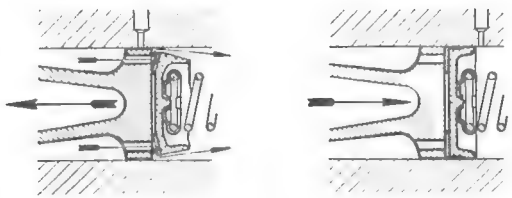


Abb. 14
ATE Hauptzylinder-Manschette (Primärmanschette)

Um ein **Ansaugen von Luft zu verhindern,** ist hinter der Primärmanschette zwischen Kolben und Zylinder ein ringförmiger Flüssigkeitsraum vorhanden, so dass bei schnellem Rückgang des Hauptzylinderkolbens Flüssigkeit durch die Füllbohrungen im Kolben über die Füllscheibe und über die mit Nuten versehene Primärmanschette, deren Lippe dabei nach innen gedrückt wird, in das Leitungssystem nachfliessen kann. Sollte also bei schnellem Kolbenrückgang innerhalb des Hauptzylinders ein Unterdruck entstehen, so kann niemals Luft angesaugt werden, sondern stets Bremsflüssigkeit vom rückwärtigen Kolbenraum aus nachfliessen. Die Abdichtung des ringförmigen Vorratsraumes nach aussen übernimmt die **Sekundärmanschette.** Durch das Zusammenwirken der Ausgleichbohrung, des Kolbens mit Füllscheibe und Primärmanschette und des Bodenventils wird eine völlig selbsttätige Regelung der Füllung erreicht und jedes Eindringen von Luft sicher vermieden.

4. Motorrad-Hauptzylinder

Bei Motorrädern mit Seitenwagen, deren Seitenwagen hydraulisch und deren Hinterrad mechanisch gebremst werden, kommt ein **Zug-Hauptzylinder** (Abb. 15) zur Anwendung, der in das vom Bremspedal zur Hinterradbremse führende Zuggestänge eingebaut wird.

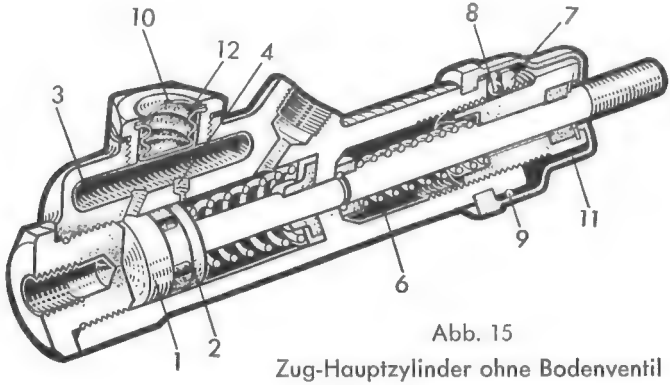


Abb. 15
Zug-Hauptzylinder ohne Bodenventil

Wirkungsweise

Bei einer Bremsung wirkt die Zugkraft im Bremsgestänge auf den Kolben (1) des Zugzylinders. Dabei verschliesst die Manschette (2) die Ausgleichbohrung (4) zu dem Ausgleichbehälter (3). Die vor der Manschette (2) befindliche Bremsflüssigkeit wird nun von der Zugkraft unter Druck gesetzt und über Rohr- und Schlauchleitungen dem Radzylinder der Seitenwagenbremse zugeleitet. Gleichzeitig stützt sich der Druck aber auch an der Zwischenwand des Zugzylinders ab und zieht dadurch den ganzen Zugzylinder und das hiermit verbundene Bremsgestänge der Hinterrad-Bremse des Motorrades an.

Der Ausgleichbehälter ist durch einen in Gummi ausgeführten Faltenbalg (12) von der Aussenluft abgeschlossen. Hierdurch wird

1. das Eindringen von Schmutz in die Bremsflüssigkeit vermieden und
2. kann sich im Ausgleichbehälter (3) kein Vakuum bilden.

Um die Bremsung des Seitenwagenrades der Belastung des Seitenwagens anzupassen, ist an dem einen Ende des Zugzylinders eine Einstellmöglichkeit geschaffen. Die Druckfeder (6) stützt sich an der Kolbenstange (1) ab und kann durch eine Stellschraube (7) mehr oder weniger stark vorgespannt werden. Ausserdem sind drei verschieden starke Federn lieferbar, die gegeneinander ausgetauscht werden können. Je stärker die Feder vorgespannt wird, um so schwächer wird die Bremsung des Seitenwagenrades. Wird die Feder aber bis auf Block zusammengespannt, so kann der Kolben keine Bewegung ausführen und nur das Hinterrad wird gebremst.

Einen **Zug-Hauptzylinder** mit eingebautem **Bodenventil,** der in Kleinfahrzeugen und Motorrädern Verwendung findet, zeigt Abb. 16.

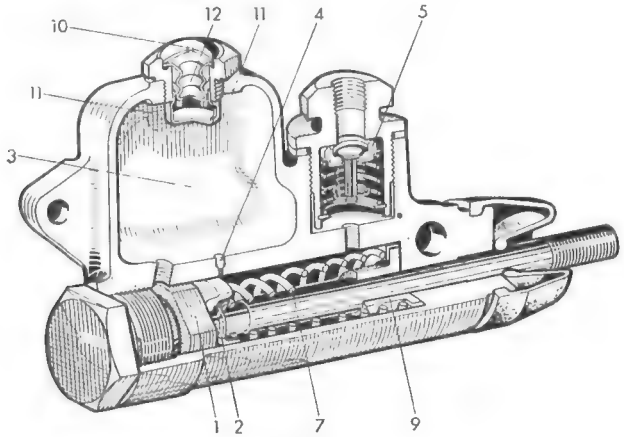


Abb. 16
Zug-Hauptzylinder mit Bodenventil

Zur Anwendung kommt auch der **Einsteck-Hauptzylinder,** der in einem im Kurbelgehäuse vorgesehenen Raum (gleichzeitig Ausgleichbehälter) eingebaut wird (s. Abb. 17).

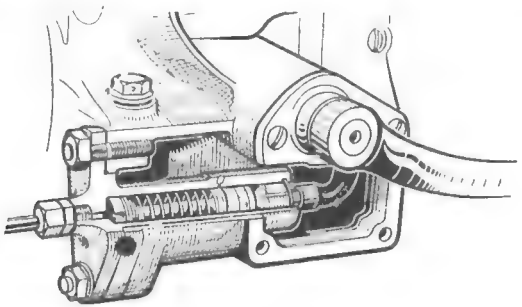


Abb. 17
Hauptzylindereinsatz im Motorblock

5. Tandem-Hauptzylinder

Um der Forderung nach einer hydraulischen Zweikreisbremse gerecht zu werden, wurde der Tandem-Hauptzylinder entwickelt, der in einem Zylinderraum zwei Hauptzylinder vereinigt. Ausser diesen rein hydraulischen Zweikreisbremsen gibt es kombinierte Hydraulik-Druckluft-Zweikreisanordnungen.

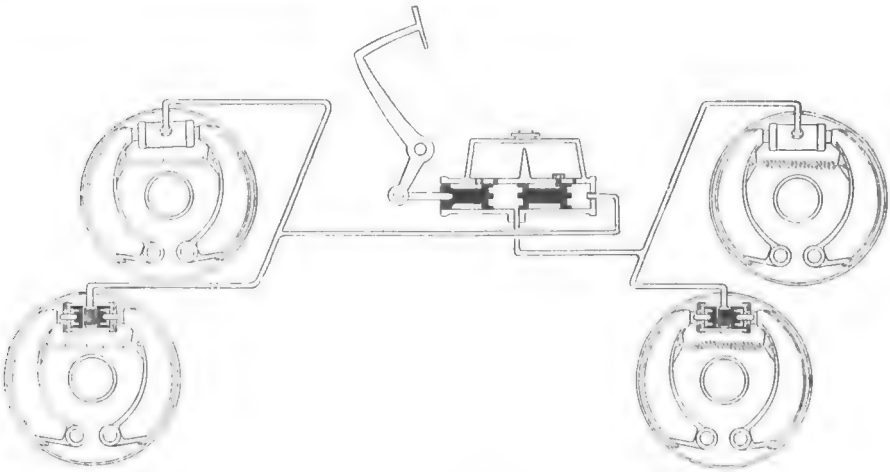
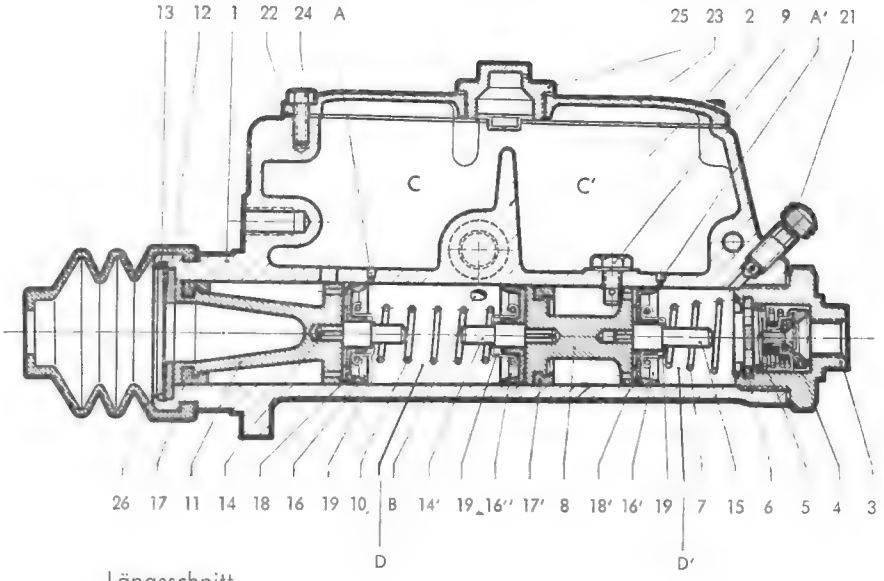


Abb. 18
Leitungsplan der ATE Lockheed Hydr. Bremse
mit Tandem-Hauptzylinder

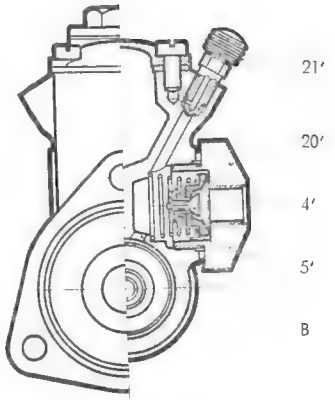
Beschreibung
(Abb. 19)

In der Bohrung des Gehäuses (1) mit dem angegossenen, zweiteiligen Behälter (2) befinden sich folgende Teile: Die Endverschraubung (3) mit dem darin enthaltenen Bodenventil (4) des Zwischenkolbenkreises, das durch eine Feder (5) über die Scheibe (6) gehalten wird. Die Feder (7) hält den Zwischenkolben (8) in Ruhestellung an der Anschlagschraube (9), welche vor Ausbau des Kolbens (8) unbedingt herauszuschrauben ist. Eine weitere Feder (10) veranlasst, dass der Kolben (11) an der Anschlagscheibe (12) aufsitzt, die ihrerseits wiederum durch den Springring (13) fixiert wird. Die Kolben tragen auf den Zapfen (14) und (15) auf der Druckseite die Primär-Manschetten (16) und (16') und auf der Rückseite jeweils die Sek.-Manschetten (17) und (17'). Der Zwischenkolben hat auf dem Zapfen (14') eine Manschette (16''), die beide Kammern trennt. Zwischen den beiden Primär-Manschetten (16) und (16') und den jeweils dazugehörigen Kolben liegen die Füllscheiben (18) und (18') welche die Manschetten gegen Beschädigungen durch die Füllbohrungen schützen. Gegen Beschädigung der Manschetten sind alle Druckfedern mit Federtellern (19) versehen. Der Rohrleitungsanschluss für die Kammer (D) erfolgt an der Verschraubung (20'), die mit Bodenventil (4'), und Feder (5') versehen ist.

Beide Kammern (D) und (D') sind mit Entlüfterventilen (21) und (21') versehen. Der Ausgleichbehälter wird mittels Dichtung (22), Deckel (23) und Schrauben (24) dicht abge-



Längsschnitt



Querschnitt

Abb. 19
Tandem-Hauptzylinder

schlossen. Der Deckel trägt eine Verschraubung (25) mit Prallblech, das so ausgeführt ist, dass der Luftwechsel stattfinden, ein Flüssigkeitsaustritt aber nicht erfolgen kann. Die Schutzkappe (26) verhindert das Eindringen von Schmutz und Spritzwasser.

Beim Einbau des Tandem-Hauptzylinders ist unbedingt darauf zu achten, dass die Druckstange vom mechanischen Bremspedal-Gestänge oder von der Zusatzbetätigung kommend **mindestens 1,0 mm Spiel in der Druckpfanne des Kolbens (11) hat.**

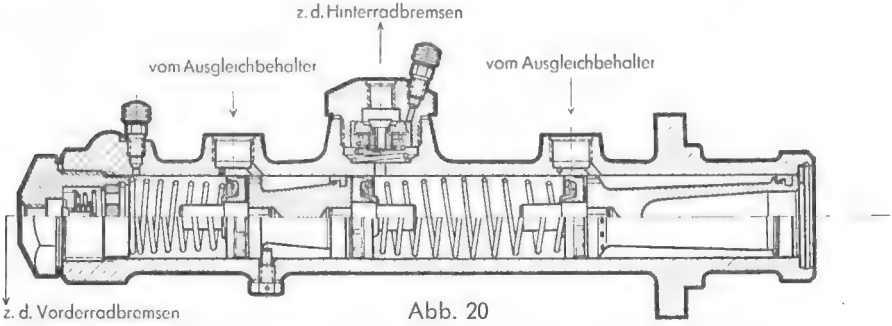


Abb. 20
Tandem-Hauptzylinder mit getrennten Ausgleichbehältern

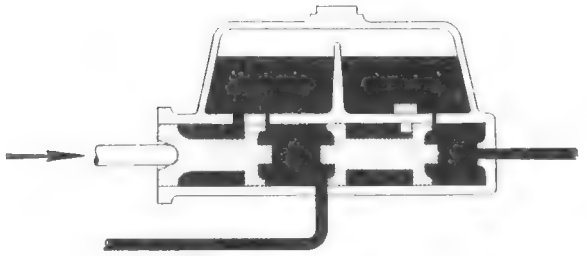
Wirkungsweise
(Abb. 21)

Beim Bremsvorgang wird das Bremspedal niedergetreten, die dadurch betätigte Druckstange übermittelt dem Kolben (11) die entsprechend übersetzte Bewegung und Kraft in Richtung des Kolbens (8). Zunächst wird die Ausgleichbohrung (A) von der Primär-Manschette (16) überfahren, der Druckraum (D) ist geschlossen und die Bremsflüssigkeit steht unter dem ihr übermittelten Druck. Da eine unter Druck befindliche **Flüssigkeit diesen nach allen Seiten gleichmässig fortpflanzt,** erhält der Druckraum (D') über den Zwischenkolben (8) nach Überfahren der Ausgleichbohrung (A') die gleichen Druckverhältnisse. Beide Kreise werden von gleich grossem hydraulischem Druck beaufschlagt.

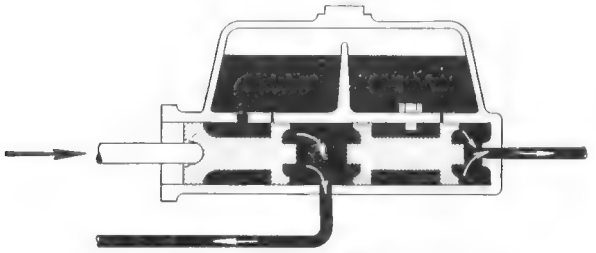
Sollte beispielsweise im Hinterradbremskreis Abb. 21c eine Leckstelle auftreten, so kann sich beim Niedertreten des Bremspedals im Druckraum D kein Druck bilden, da die Bremsflüssigkeit über die Leckstelle entweicht. In diesem Falle treffen dann die Zapfen (14) und (14') aufeinander und übertragen die Druckkraft auf den Kolben (8). Dadurch wird nur der an die Druckkammer (D') angeschlossene Bremskreis voll wirksam. Sollte im Vorderradbremskreis, Abb. 21d, eine Leckstelle vorhanden sein, so kann sich im Druckraum (D') kein Druck entwickeln. Der Zwischenkolben (8) wird widerstandslos nach vorn bewegt, bis der Zapfen (15) auf der Platte (6) aufsteht. Dann wird die Kammer (D) wirksam und nur die Hinterradbremsen werden in Funktion gesetzt.

Es gibt Tandem-Hauptzylinder mit gleich grossem Hub und solche, bei denen der Hub der Kammer (D) grösser als der der Kammer (D') ist (Abb. 19). Die Kammer mit dem grösseren Hub ist immer mit den Radzylindern des grössten Durchmessers zu verbinden (vorwiegend an der Hinterachse). Haben dagegen alle Radzylinder den gleichen Durchmesser, so ist es gleichgültig, welchen Anschluss man an die Vorder- oder Hinterräder legt.

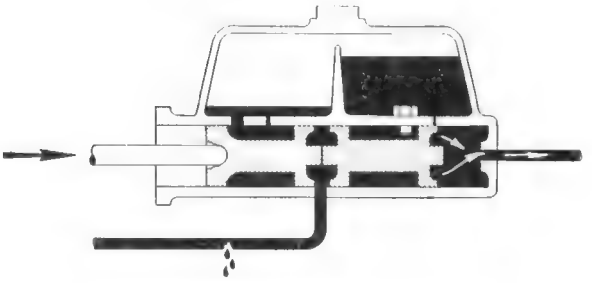
Primärmanschette, Bodenventil und Ausgleichbohrung arbeiten in gleicher Weise wie beim Hauptzylinder beschrieben. **Füllen und Entlüften:** siehe Seite 70.



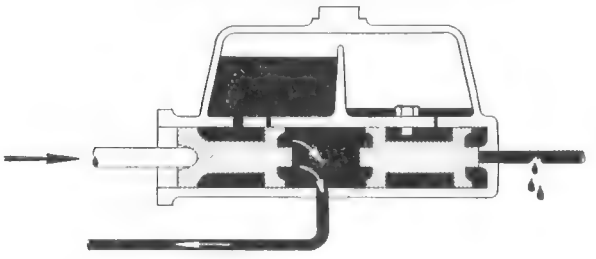
a) Ruhestellung



b) Betätigung beider Bremskreise



c) Ausfall der Hinterrad-Bremsleistung



d) Ausfall der Vorderrad-Bremsleistung

Abb. 21
Wirkungsweise des Tandem-Hauptzylinders

6. Stufenhauptzylinder

Als Arbeit für die Abbremsung eines Kraftfahrzeuges steht das Ergebnis aus Fusskraft mal Pedalweg zur Verfügung, sofern nicht eine Zusatzkraft (Druckluft, Vakuum oder Pumpe) verwendet wird. In den Radbremsen unterteilt sich der Vorgang in das Anlegen und das Anpressen der Bremsbacken. Zum Anlegen benötigt man verhältnismässig wenig Kraft, zum Anpressen dagegen erforderlichenfalls die höchste zur Verfügung stehende Fusskraft. Es lag deshalb der Gedanke nahe, den Bremsvorgang zu unterteilen in das Anlegen und Anpressen. Nach diesem Prinzip wurde der ATE-Stufenhauptzylinder (Abb. 22) mit einer selbsttätigen und veränderlichen hydraulischen Übersetzung entwickelt. Durch diese Konstruktion kann der Anwendungsbereich der reinen Fusskraftbremsung, also ohne zusätzliche Kraftquelle, erweitert werden. Aber auch bei Kombinationen der ATE Lockheed Hydr. Bremse mit Zusatzkräften ermöglicht die Anwendung des Stufenhauptzylinders bei Versagen der Zusatzkraft die Beherrschung des Bremsvorganges durch Fusskraft. Das bedeutet also Erhöhung der Brems- und Fahrsicherheit.

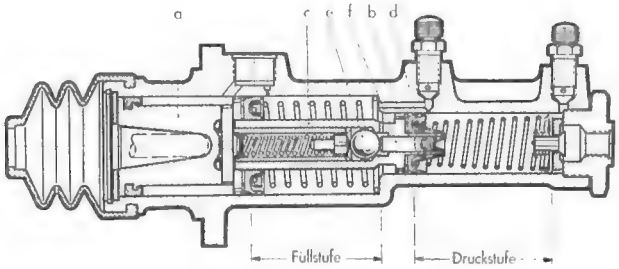


Abb. 22
Stufenhauptzylinder

Wirkungsweise

Der Stufenhauptzylinder hat ein zweistufiges Gehäuse, bei welchem der eine Teil mit dem grossen Durchmesser die Füllstufe und der andere Teil mit dem kleinen Durchmesser die Druckstufe darstellt.

Wird das Bremspedal niedergetreten und dadurch der Kolben (a) vorwärts geschoben, so wird das Flüssigkeitsvolumen der Füllstufe durch die Füllöcher (b) des Druckkolbens (c) und über die Manschette (d) in die Druckstufe gedrückt. Es liegt nun der Druck im Leitungsnetz und in den Radzylindern an, und die Bremsbacken kommen zur Anlage. Bei weiter ansteigendem Druck im System spricht bei einem vorher bestimmten Druck das Kugelventil (e) an, und die Flüssigkeit der Füllstufe wird nicht mehr in das Leitungsnetz gefördert, sondern strömt zum Nachfüllbehälter zurück. Die Druckverhältnisse in der Füllstufe sind derart, dass bei zunehmendem Druck in der Druckstufe der Schaltkolben (f) das Kugelventil (e) mehr und mehr entlastet und somit den Druck in der Füllstufe in einem ebenfalls vorher bestimmten Punkt auf 0 atü absinken lässt. Ab diesem Punkt ist als Kolbenkraft nur der Druck der Kolbenfläche der Druckstufe aufzubringen. Die hydraulische Übersetzung arbeitet vollkommen automatisch.

Primärmanschette, Bodenventil und Ausgleichbohrung arbeiten in gleicher Weise wie beim Hauptzylinder beschrieben.

Der Stufenhauptzylinder findet augenblicklich für Sonderfahrzeuge Verwendung.

Vorteile des ATE-Stufenhauptzylinders:

- Schnelles Anlegen der Bremsbacken, da grosser Füllkolben, also beschleunigter Bremsvorgang.
- Grosse Bremspedal-Übersetzung möglich, da kleiner Füllweg des grossen Kolbens.
- Grosse Anpresskraft der Bremsbacken (Flüssigkeitsdruck), da kleiner Druckkolben.
- Geringe Fusskraft, da grosse Bremspedalübersetzung möglich.

7. Volumen des Hauptzylinders

Das erforderliche Füllvolumen des Hauptzylinders richtet sich nach dem Verbrauchsvolumen der Radzylinder.

Als max. Kolbenhub pro Radzylinder-Kolben nimmt man 3,5 mm, für Bremsen über 400 mm-Trommel 5 mm an. (Bei gut eingestellten Bremsen ist der Hub der Rz-**Kolben wesentlich geringer).**

Kolbenfläche des Radzylinder-Kolbens fl in cm²

(Bestimmung derselben $\frac{d^2\pi}{4}$ **)**

Hub eines Radzylinderkolbens h_{Rz} **in cm**

Verbrauchsvolumen = V_{Rz}

$V_{Rz\ ges.}$ = **Summe aller Rz-Kolbenflächen .** h_{Rz} = **cm³**

Schlauchdehnung S_D pro m

beträgt	70 atü	200 atü
	0,8 cm³	1,5 cm³

2,5 cm = Höchstzulässiger Hub für Hz mit 2,8 cm Hub = $h_{Hz\ zul.}$

3,2 cm = „ „ „ „ „ „ 3,6 cm „ = „ „

5,6 cm = „ „ „ „ „ „ 6,0 cm „ = „ „

8,6 cm = „ „ „ „ „ „ 9,0 cm „ = „ „

Die Hz-Grösse ergibt sich aus: $\frac{\text{Verbrauchsvolumen} + \text{Schlauchdehnung}}{\text{Höchstzulässiger Hub des Hz}}$

$$\frac{V_{Rz\ ges.} + S_D}{h_{Hz\ zul.}} = \text{Hz-Kolbenfläche } Fl_{Hz} \text{ in cm}^2,$$

hieraus den ⌀ des gesuchten Hz.

Die Pedalübersetzung zum Hz. muss so gewählt werden, dass eine Fusskraft von höchstens 60 kg die gewünschte max. Verzögerung erreicht.

Rechnerisch stellt die Füllung (Volumen) das Ergebnis dar aus

$$V_{Hz} = Fl_{Hz} \cdot h_{Hz}$$

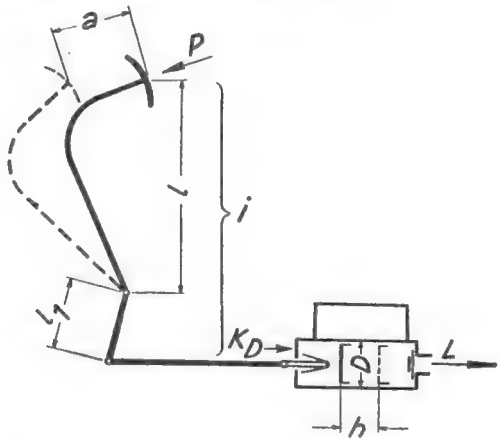
worin V_{Hz} das Volumen in cm^3

Fl_{Hz} die Kolbenfläche in cm^2

und h_{Hz} der Kolbenhub in cm bedeutet.

8. Leitungsdruck

Die ausgeübte Fusskraft (P), auf den Bremsfusshebel und über dessen Gestänge zum **Kolben sich auswirkend, ergibt den Leitungsdruck.**



Der Leitungsdruck L errechnet sich wie folgt:

$$L = \frac{P \cdot i}{Fl} = \frac{K_D}{Fl}$$ in kg/cm^2 (atü)

P = Fussdruck in kg

i = Übersetzung der Fusshebelgestänge

Fl = Hz-Kolbenfläche in cm^2

Hz-Kolbenfläche $Fl = \frac{D^2\pi}{4} = cm^2$

Rz-Kolbenfläche $fl = \frac{d^2\pi}{4} = cm^2$

Hauptzylindervolumen $V_{Hz} = Fl \cdot h = cm^3$

Leitungsdruck	L	$= \frac{K_D}{Fl} = kg/cm^2$ (atü)
Kolbenkraft	K_D	$= Fl \cdot L = kg$
Pedalweg	a	$= h \cdot i = cm$
Pedalübersetzung	i	$= \frac{l}{l_1}$
Hydraulische Übersetzung	i_1	$= \frac{\text{Summe } fl}{Fl}$
Gesamtübersetzung	J	$= i \cdot i_1$

9. Richtlinien für den Einbau der Hauptzylinder

- Der Hauptzylinder soll in der gezeichneten Lage, also waagrecht, eingebaut werden.
- Es ist darauf zu achten, dass der Kolbenhub der Hauptzylinder durch den zur Verfügung stehenden Bremspedalweg weit genug ausgenutzt werden kann.
- Der Nennhub des Hauptzylinderkolbens darf jedoch auch nicht überschritten werden. Pedalwegbegrenzung in beiden Richtungen vorsehen.
- Zwischen Kolben und Kolbenstange muss in Lösestellung das auf der Zeichnung vorgesehene Spiel von 1,0 mm vorhanden sein (Abb. 23).
- Die durch den Hebelausschlag am Kolbenstangenkopf entstehende Sehnenhöhe des Kreisbogens soll nach beiden Seiten der Zylindermitte gleichmässig verteilt werden, um einseitige Kolbendrücke und ein Streifen und Klemmen der Kolbenstange an der Zylinderöffnung zu verhindern (Abb. 24).
- Das Bremspedal muss durch eine besondere Rückzugfeder sicher in Lösestellung gezogen werden. Der Anschlag muss mit einem festen Fahrgestellteil verbunden sein.
- Bei Hauptzylindern mit eingebautem Ausgleichbehälter müssen Einfüllöffnung und Entlüfterschraube gut zugänglich und vor Verschmutzung geschützt sein.
- Der Hauptzylinder soll nicht in der Nähe der Auspuffleitung eingebaut werden, um Dampfblasenbildung der Bremsflüssigkeit zu vermeiden.
- Der Befestigungsbock für den Hauptzylinder darf beim Betätigen der Bremse nicht nachgeben.
- Als Leitung für den Ausgleichbehälter grösserer Zylinder ist das Rohr 9x1 zu verwenden, in Ausnahmefällen, zum Beispiel bei hohen Leitungswiderständen, ist das Rohr 13x1,5 zulässig.
- Bei Befestigung des Hauptzylinders am beweglich gelagerten Triebwerkblock ist die Verbindung mit der Bremsleitung durch einen Bremsschlauch herzustellen.
- Die mit einem Luftloch versehene Schutzkappe muss so montiert werden, dass das Luftloch unten liegt (s. Abb. 24). Wird die Schutzkappe so eingebaut, dass sich das Luftloch oben befindet, kann sich in der Schutzkappe Wasser ansammeln, das beim Betätigen der Bremse in den Hauptzylinder eindringt.

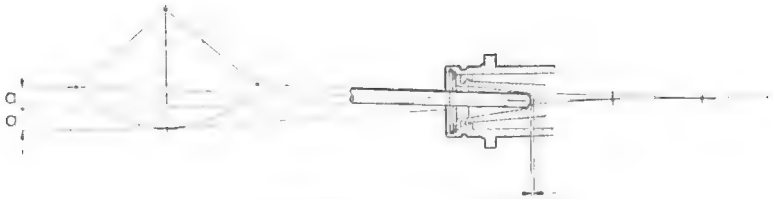


Abb. 23

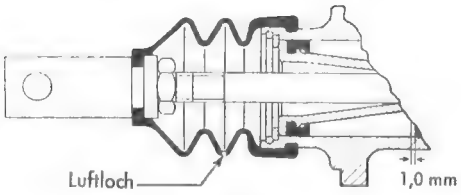


Abb. 24

10. Bremslichtschalter

Eine Weiterentwicklung des bisherigen Einkammer-Bremslichtschalters ist der

Doppelkammer-Bremslichtschalter

Der besondere Sicherheitsfaktor dieses Bremslichtschalters liegt darin, dass der hydraulische mit dem Bremssystem unmittelbar in Verbindung stehende Teil des Schalters vom elektrischen Teil völlig getrennt ist. Der hydraulische Teil ist also in sich geschlossen, so daß die sichere Wirkung der hydraulischen Bremsen jederzeit gewährleistet ist, auch dann, wenn der elektrische Isolierkörper irgendwelchen Schaden nehmen sollte. Darüber hinaus wurde der elektrische Teil des Schalters nach neuen Gesichtspunkten weiterentwickelt: Seine Kontaktstifte und die Kontaktplatte sind an ihren Berührungspunkten in Hartsilber ausgeführt, wodurch ein einwandfreier Kontakt erzielt wird. Der neue Doppelkammer-Bremslichtschalter (Abb. 25) ist gegen den bisher eingebauten Einkammer-Bremslichtschalter austauschbar.

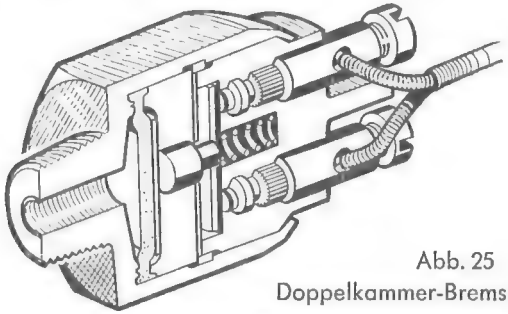


Abb. 25
Doppelkammer-Bremslichtschalter

Die Bremslichtschalter lassen sich nicht auseinandernehmen. Sollten Störungen auftreten, so untersuche man zunächst die elektrische Anlage. Brennt das Bremslicht dauernd, untersuche man auch, ob die Ausgleichbohrung des Hauptzylinders frei ist.

11. Ausgleichbehälter

Die Hauptzylinder können entweder mit aufgeschraubtem, eingelötetem oder angegossenem Ausgleichbehälter ausgerüstet sein, oder der Behälter kann an der Spritzwand befestigt und mit dem Hauptzylinder durch eine Rohrleitung verbunden werden. Die zuletzt genannte Ausführung wird bei Fahrzeugen angewendet, deren Hauptzylinder an einer schlecht zugänglichen Stelle montiert ist. Das in der Behälterverschraubung vorgesehene Entlüftungsloch dient als Ventilation zur Aussenatmosphäre und muss immer offen sein. Ist diese Bohrung verstopft, verhindert der im Behälter entstehende Unterdruck ein Nachströmen der Flüssigkeit in den Hauptzylinder. (Vorsicht beim Lackieren!) Bei der Nachfüllung von Bremsflüssigkeit ist darauf zu achten, dass etwa anhaftender Schmutz von der Behälterverschraubung entfernt wird, damit er nicht in den Behälter und somit in die Bremsanlage gelangt. Der Ausgleichbehälter muss stets ausreichend gefüllt sein, bis etwa 1 bis 2 cm unter der Deckelkante.

Beachten: Kein Mineralöl in den Ausgleichbehälter füllen!
Nur ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit verwenden!

Transparente Ausgleichbehälter und elektrische Warneinrichtung

(Abb. 26)

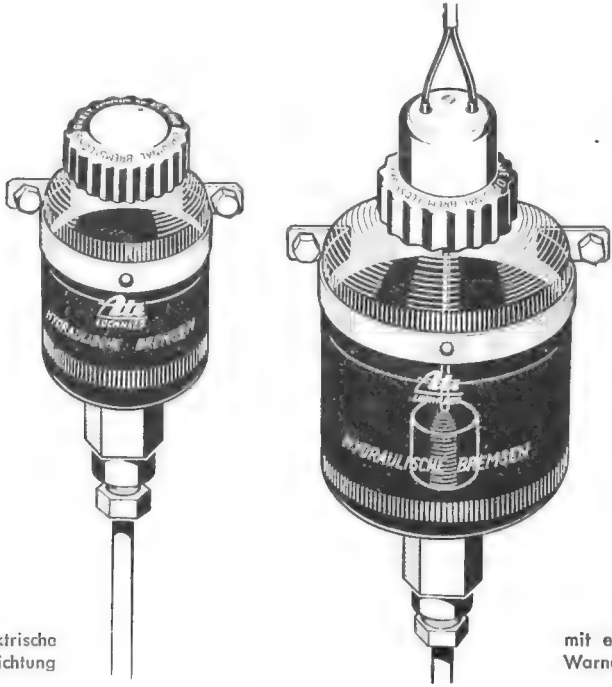
Für die Funktion einer hydraulischen Bremsanlage ist von besonderer Bedeutung, dass ein Verlust an Bremsflüssigkeit rechtzeitig erkannt wird. Es ist daher geboten, den Bremsflüssigkeitsstand im Ausgleichbehälter regelmässig zu überwachen.

Bei den üblicherweise verwendeten Ausgleichbehältern aus Metall muss zur Durchführung der Kontrolle die Behälterverschraubung abgeschraubt werden, was besonders bei Einbau an weniger gut zugänglichen Stellen mit Zeitverlust verbunden ist. Durch die Einführung der transparenten Ausgleichbehälter wird die Überwachung des Bremsflüssigkeitsvorrates wesentlich vereinfacht.

Es wurden zwei Grössen von transparenten Ausgleichbehältern entwickelt, mit 0,5 Ltr. und mit 0,25 Ltr. Inhalt. Die Befestigung erfolgt vorzugsweise mittels einer Schelle an einer beliebigen senkrechten Wand, wobei eine Leitung vom Behälter zum Hauptzylinder erforderlich ist. Die Behälter dürfen nicht Temperaturen über + 80° C ausgesetzt werden.

Die elektrische Warneinrichtung tritt in Funktion, wenn der Vorrat an Bremsflüssigkeit bis auf ein noch zulässiges Mass abgenommen hat. Durch die sodann stattfindende elektrische Kontaktgabe wird ein Signal ausgelöst, das dem Fahrer den Flüssigkeitsverlust meldet. Die Kontakteinrichtung wurde derart konstruiert, dass sie sowohl für die neuen transparenten Behälter als auch für die bisher üblichen

Metallbehälter verwendbar ist. Sie wird anstelle der normalen Behälterverschraubung auf das Gewinde der Behälteröffnung geschraubt. Der elektrische Leitungsanschluss erfolgt durch eine Steckverbindung.



ohne elektrische Warneinrichtung

mit elektrischer Warneinrichtung

Abb. 26
Transparente Ausgleichbehälter

12. ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit

Die Bremsflüssigkeit ist das Lebenselixier jeder hydraulischen Bremse. An sie werden eine Reihe von schwer zu erfüllenden Forderungen gestellt. Mit der ATE Blauen Original Bremsflüssigkeit ist es jedoch gelungen, diese in der Praxis gestellten Anforderungen zu erfüllen und folgende Eigenschaften zu erreichen:

Mischbar in jedem Verhältnis mit „Lockheed" Bremsflüssigkeiten. **Wasserfrei,** dies ist Voraussetzung, denn Wasser verursacht Korrosionsbildung im Bremssystem. Ausserdem führt der relativ niedrige Siedepunkt des Wassers zur Dampfblasenbildung. **Hoher Siede- und Flammpunkt,** der hohe Siedepunkt der ATE Blauen Original Bremsflüssigkeit gibt die Gewähr, dass auch bei hohen Temperaturen, die beim Bremsen entstehen können, keine Dampfblasenbildung stattfindet. Der hohe Flammpunkt macht die Bremsflüssigkeit praktisch unentzündbar. **Klimafest** und unempfind-

lich auch bei höchsten und tiefsten Temperaturen zwischen + 200 und – 50° C. **Schmierfähig** selbst unter ungünstigsten Verhältnissen, wie hohe Drücke, hohe Betriebstemperaturen. **Korrosionsfest,** ein Korrosionsangriff auf die im Bremssystem verwendeten Bauteile aus Metall tritt nicht auf. Bauteile aus Gummi und Kunststoff werden nicht angegriffen. **Chemisch stabil,** weder durch längere Erhitzung, Unterkühlung, Lagerung oder im Betrieb verändern sich die wesentlichen chemischen und physikalischen Kenndaten.

Die ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit ist in ihrer Zusammensetzung geschützt. Sie bietet unbedingte Gewähr für einwandfreies Verhalten und Bremssicherheit auch unter extremen klimatischen Verhältnissen und bei härtester Beanspruchung von Fahrzeug und Bremse im Dauerbereich.

Die ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit enthält Bestandteile, die als Lösungsmittel für Farb- und Lackanstriche jeder Art wirken. Sie darf daher nicht mit dem Farbanstrich oder Lack des Fahrzeugs in Berührung kommen: Vergiessen, Überlaufen und Umherspritzen beim Einfüllen und Entlüften ist daher unbedingt zu vermeiden.

Die ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit wird von uns in plombierten Behältern geliefert. Wir geben zu bedenken, dass Verunreinigungen auch durch kleinste Teile zu einem Verschmutzen der Bremsanlage führen und diese in ihrer Wirkung nachteilig beeinträchtigen können.

Beim Füllen und Entlüften neuer oder instandgesetzter Bremsanlagen darf zur Neufüllung die übergelaufene oder ausgepumpte ATE-Bremsflüssigkeit nicht mehr verwendet werden.

13. ATE-Bremszylinder-Paste

Die Gummiteile der hydraulischen Bremse sind nicht mineralölbeständig. Um eine einwandfreie Konservierung der Kolben und Zylinderlaufbahnen zu erzielen, wurde die ATE-Bremszylinder-Paste geschaffen. Dieses Konservierungsmittel verhält sich vollkommen neutral gegen die Bauteile der hydraulischen Bremse und gewährleistet ausser der einwandfreien Konservierung gegen alle Korrosionsangriffe auch zusätzlich noch eine gute Schmierung. Es genügt keineswegs, die Bremsenteile bei der Montage mit Bremsflüssigkeit zu befeuchten. Durch Luftfeuchtigkeit und Luftsauerstoff würden in ungefüllten Bremszylindern nach längerer Lagerung Korrosionserscheinungen auftreten.

Die Verwendung der ATE-Bremszylinder-Paste ist denkbar einfach. Man nimmt den Bremszylinder auseinander und reinigt alle Teile mit Spiritus. Da der Spiritus hygroskopisch ist und oft einen grösseren Wasseranteil enthält, muss er durch Trocknen wieder entfernt werden. Dann versieht man Kolben, Zylinderwand und Dichtungsmanschetten mit einem filmartigen Überzug der ATE-Bremszylinder-Paste und setzt den Zylinder wieder zusammen.

14. Allgemeine Betrachtungen über Kraftfahrzeugbremsen

Von einer guten Kraftfahrzeugbremse erwartet man die Erfüllung folgender Forderungen:

- Kürzeste Bremswege durch kürzeste Ansprechzeit, kürzeste Schwellzeit und eine möglichst zweckmässige Bremskraftverteilung entsprechend der dynamischen Achslastverlagerung, um ein vorzeitiges Blockieren einer der beiden Achsen zu vermeiden.

  Scheibenbremse und Trommelbremse sind in dieser Beziehung völlig gleichwertig.

  Es ist allgemein bekannt, dass die hydraulische Übertragung sowohl hinsichtlich Ansprechzeit und Schwellzeit als auch ganz besonders hinsichtlich des günstigsten Ausgleichs die besten Resultate ergibt.

- Möglichst niedrige Fusskräfte, entweder durch eine Bremse mit hoher Kennung oder durch Einsatz von Bremsverstärkern, die entweder mit Vakuum, Druckluft oder durch eine Hydraulikpumpe beaufschlagt werden.

  Auch in dieser Beziehung bieten Scheibenbremse und Trommelbremse grundsätzlich gleiche Möglichkeiten.

- Die maximale Verzögerung soll auch bei einer Dauerbremsung über eine längere Zeit, also z. B. bei einer langen Talfahrt oder bei häufig aufeinanderfolgenden Stoppbremsungen unverändert aufrecht erhalten werden.

Zwei Massnahmen dienen der Erreichung dieses Zieles:

- Die Bremsen müssen eine ausreichende Wärmespeicherfähigkeit haben, um bei Stoppbremsungen unzulässig hohe Temperaturen zu vermeiden;

- die Bremsen müssen in ausreichendem Masse gekühlt werden, d. h. ihnen muss eine möglichst grosse Kühlluftmenge mit der nötigen Geschwindigkeit zugeführt werden, um bei Dauerbremsungen die Belagtemperaturen in Grenzen zu halten.

Der ersten dieser beiden Bedingungen sind verhältnismässig enge Grenzen gesetzt durch die Forderung, dass die unabgefederten Massen der Räder möglichst gering gehalten werden sollen, denn Wärmespeicherfähigkeit erfordert Gewicht. Andererseits ist bei Stoppbremsungen durch Wärmeableitung allein das Temperaturniveau der Bremse niemals innerhalb der zulässigen Grenze zu halten. Die in der kurzen Zeit anfallenden Energiemengen sind nämlich weitaus grösser als diejenigen, die bei den zur Verfügung stehenden Abkühlflächen in der gleichen Zeit an die Kühlluft abgegeben werden können.

15. Bauformen der Radial-Radbremsen

Man unterscheidet zweckmässig, wie Abb. 27 zeigt, zwischen

Backen mit festem Drehpunkt und schwimmenden Backen,

wobei die letzteren noch nach **Gleit-** und **Glieder-** oder **Lenkerbacken** zu unterteilen sind.

Von den Zweibackenbremsen kommen praktisch drei Bauformen in Betracht.

1. Simplex-Bremse
2. Duplex-Bremse
3. Servo-Bremse.

Die Kennungs-Charakteristik dieser 3 Bauformen zeigt Abb. 26

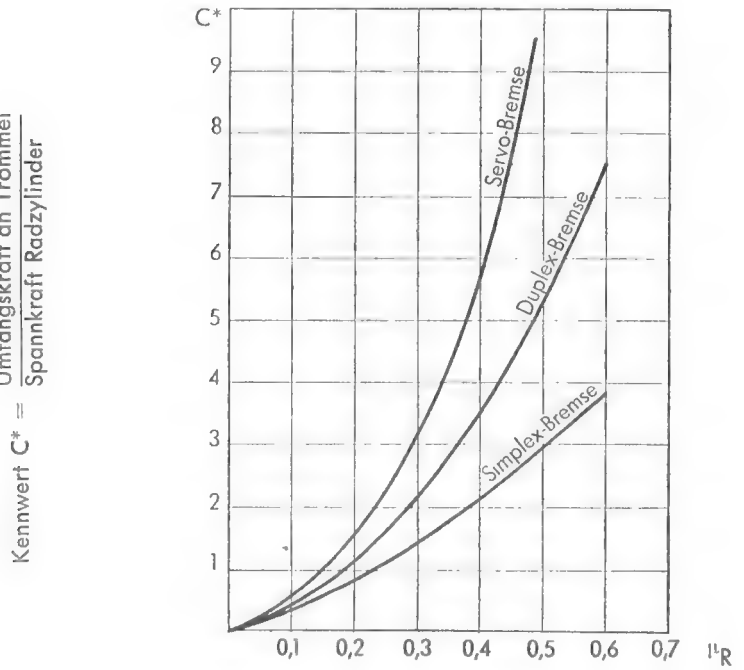


Abb. 26

Kennwert – die innere Übersetzung der Radbremse – als Funktion des Reibbeiwertes dargestellt für Simplex-, Duplex- und Servo-Bremse.

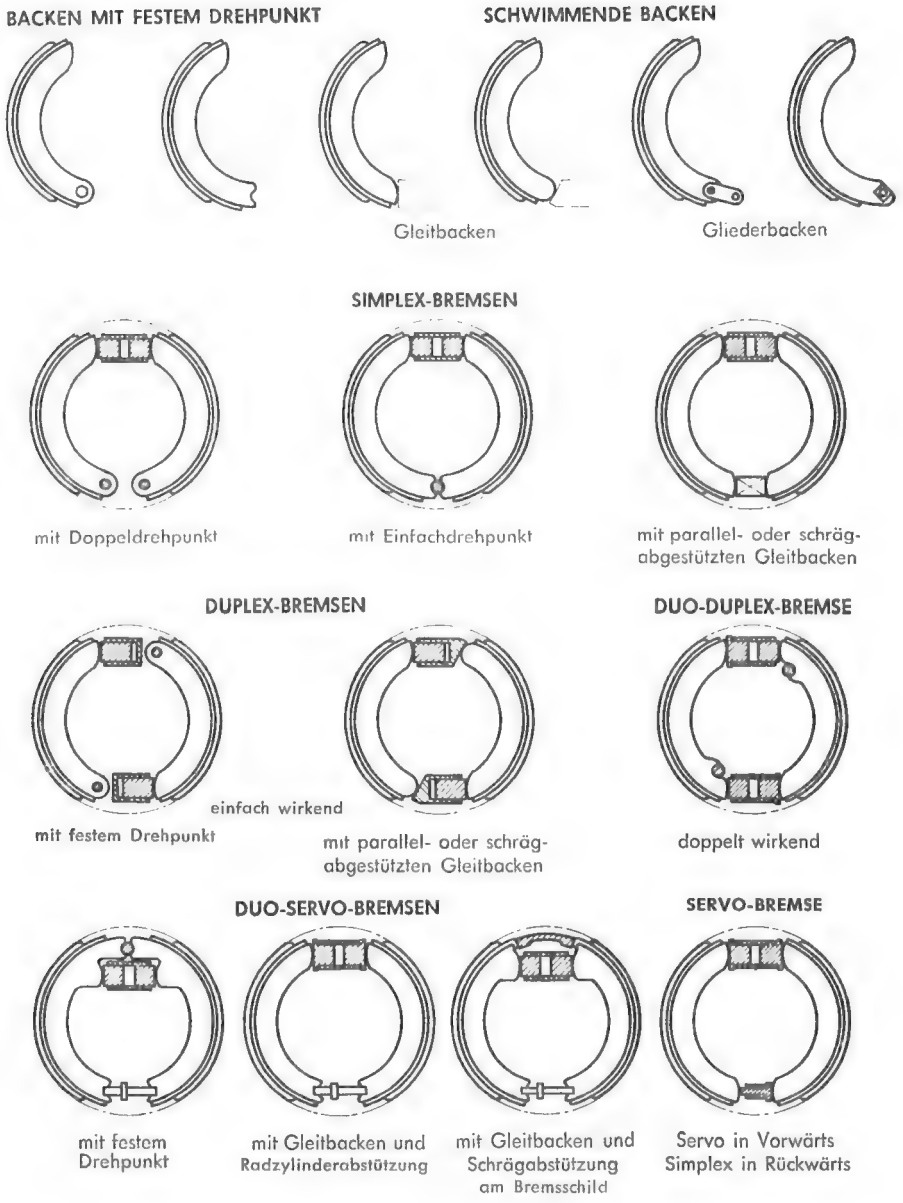


Abb. 27

Übersicht der hauptsächlich verwendeten Backen und Bremsen

Simplex-Bremse

Die Abb. 28 bis 31 stellen Simplex-Bremsen dar, wobei die Bremse nach Abb. 28 als Gliederbackenbremse mit festen Drehpunkten und nach Abb. 29 – 31 als Gleitbackenbremse ausgebildet ist. Der hydraulische Druck des Radzylinders drückt beide Bremsbacken gegen die Bremstrommel. Die Abstützkräfte werden entweder an einem Lagerbock oder an Nachstellschrauben, die in einem Stützlager untergebracht sind, aufgenommen, wobei die Abstützung an parallelen Flächen erfolgt, oder an solchen, die unter einem Winkel verlaufen. Bei der ersten Backe (in Fahrtrichtung liegende), welche als auflaufende (Primärbacke) bezeichnet wird, ist durch die Tangentialkraft eine Selbstverstärkung erreicht, so dass die Abstützkraft grösser wird. Die Komponente der Tangentialkraft der ablaufenden (Sekundärbacke) wirkt der Spannkraft entgegen.

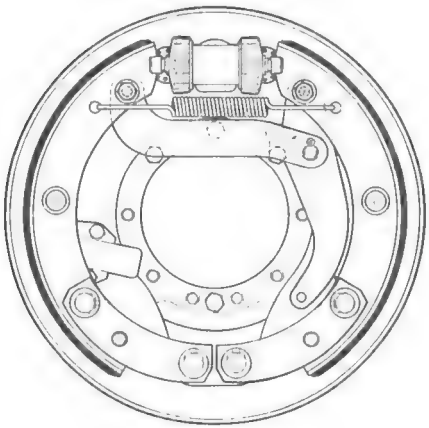


Abb. 28

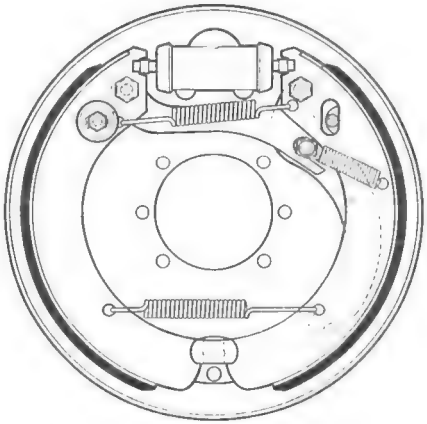


Abb. 29

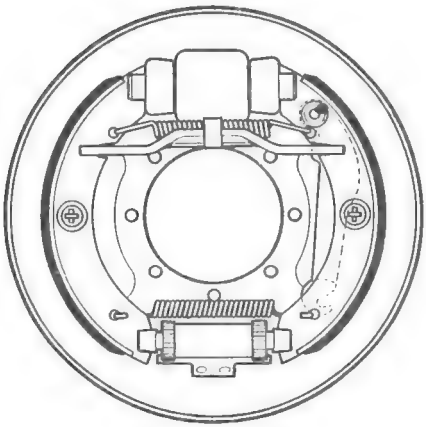


Abb. 30

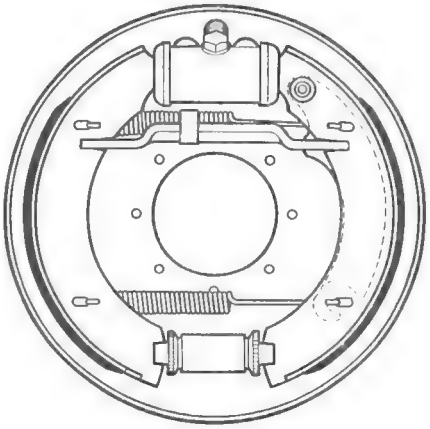


Abb. 31

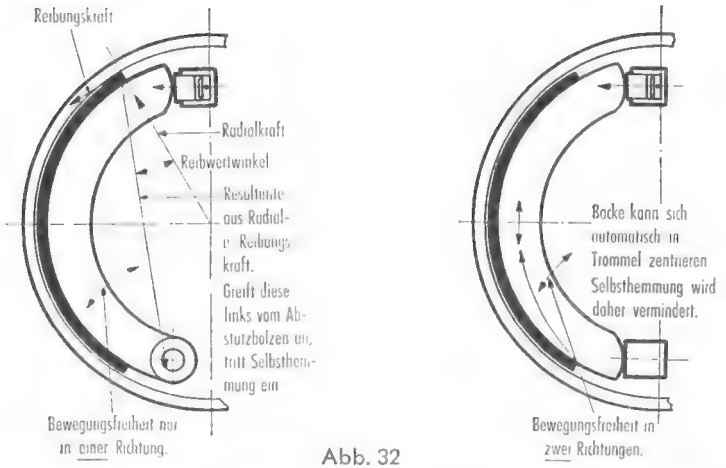


Abb. 32

Bremsbacke mit festem Drehpunkt — Gleitende Bremsbacke

Duplex-Bremse

Bei der Duplex-Bremse (Abb. 33) wird durch die Anordnung zweier auflaufender Bremsbacken eine hohe Ausnutzung der Selbstverstärkung erreicht. Diese erfordert für jede Backe einen eigenen, einfachwirkenden Radzylinder, der eine Bremsbacke anpresst und der anderen als Abstützung dient. Die Bremsbacken sind ebenfalls als Gleitbacken ausgebildet. Beim Rückwärtsfahren, also bei umgekehrter Drehrichtung, werden die Bremsbacken zu ablaufenden Backen: die Anpresskraft und die Bremswirkung wird damit kleiner.

Die Duplex-Bremse wird meist nur an Vorderrädern verwendet. Die Hinterräder müssen mit solchen Bremsen ausgerüstet sein, die mindestens die Bremswirkung der Simplex-Bremse haben, damit beim Rückwärtsfahren genügende Bremswirkung aufgebracht werden kann.

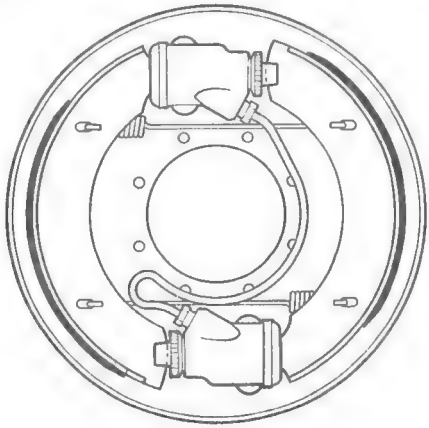


Abb. 33

Duplex-Bremse

Duo-Duplex-Bremse

Die in Abb. 34 dargestellte Bremse ist mit zwei durchgehenden Radzylindern ausgerüstet. Dadurch wird – im Gegensatz zur einfachwirkenden Duplex-Bremse – die gleiche Bremswirkung in **beiden** Drehrichtungen der Bremstrommel erreicht.

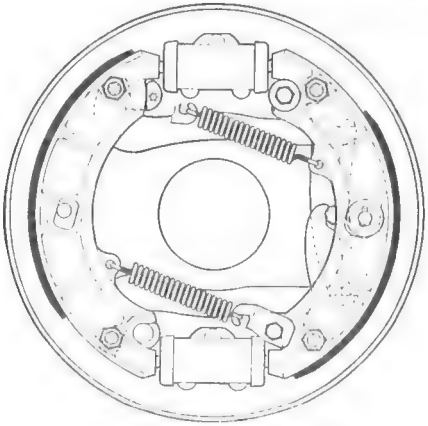


Abb. 34
Duo-Duplex-Bremse

Servo-Bremse (Vollbremse)

Abb. 35 u. 36 zeigen Servo-Bremsen, bei der Primär- und Sekundärbacke als Gleitbacken ausgebildet sind. Bei Vorwärtsfahrt wird die horizontale Stützkraft der Primärbacke (Abb. 35) als Spannkraft auf die Sekundärbacke übertragen; bei Rückwärtsfahrt (Abb. 36) wird aus der Servo-Bremse eine Gleitbacken-Simplex-Bremse mit Auf- und Ablaufbacke.

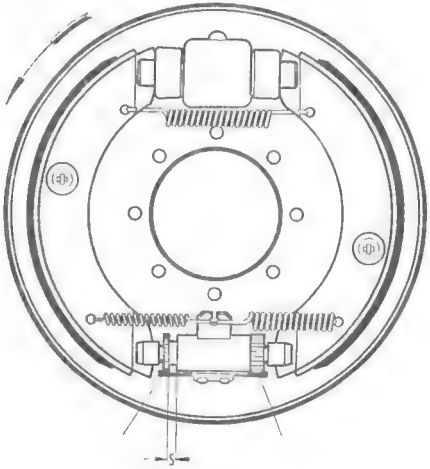


Abb. 35
Servo-Bremse – Vorwärtsfahrt

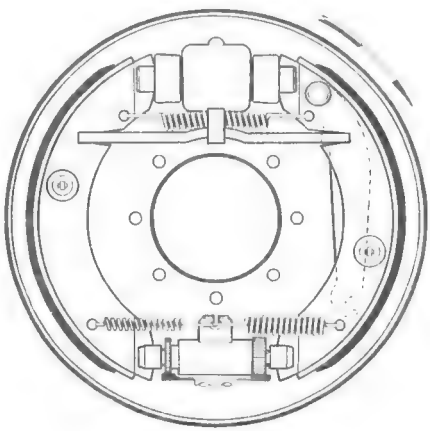


Abb. 36
Servo-Bremse – Rückwärtsfahrt

Beim Einbau der Vollbremse ist es wichtig, darauf zu achten, dass das Spiel (S) zwischen dem kleinen Nachstellritzel und dem Stützlager eingehalten wird und immer auf der Primärbackenseite liegt. Ebenso wichtig ist die Anordnung der beiden über dem Stützlager montierten Rückzugfedern. Die kleinere der beiden hängt zwischen Stützlager und Primärbacke, während die grössere die Sekundärbacke zurückzieht. Ein Vertauschen der beiden Federn würde die Zentrierung der Bremsbacken aufheben und sich nachteilig auf die Funktion der Bremse auswirken.

Duo-Servo-Bremse

Der Name dieser Bremse ist von ihrer Aufgabe hergeleitet. „Duo" kennzeichnet, dass die Bremswirkung in **beiden** Drehrichtungen der Bremstrommel **gleich** ist und „Servo" weist auf die Wirkung der einen Bremsbacke auf die andere hin.

Abb. 37 ist eine Duo-Servo-Bremse, bei welcher sich die Gleitbacken wie bei der Vollbremse über einen Druckpilz am Radzylindergehäuse abstützen. Im Gegensatz zu parallelen Abstützflächen weist die in Abb. 38 gezeigte Duo-Servo-Bremse einen Träger mit schrägen Abstützflächen auf, wodurch ein günstigeres Verschleissbild des Belages erreicht wird.

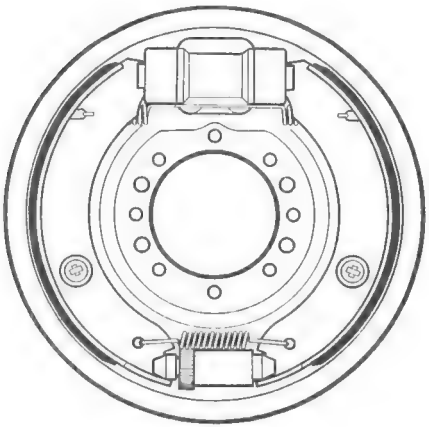


Abb. 37
Duo-Servo-Bremse mit Gleitbacken und Radzylinderabstützung

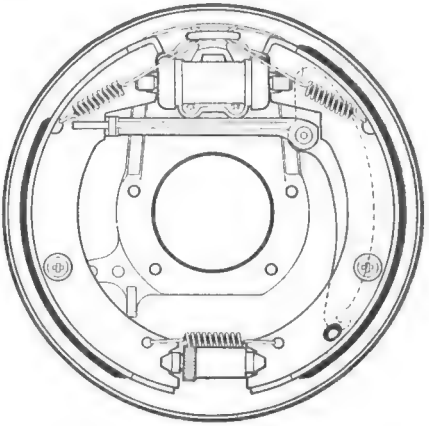


Abb. 38
Duo-Servo-Bremse mit Gleitbacken und Schrägabstützung am Bremsschild

16. Bauformen der Scheibenbremsen

Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Bauarten von Scheibenbremsen:

1. **Die Vollscheibenbremse** (2-Flächenbauart), Abb. 39, bei der die feststehenden Beläge von innen her auf beide Seiten eines umlaufenden Bremsgehäuses wirken. Bei dieser Bremse ist die Wärmeableitung von grösster Wichtigkeit, um die Reibflächentemperatur möglichst niedrig zu halten; die entstehende Bremswärme muss nämlich, wie bei der Trommelbremse, erst durch die Wandung eines Gehäuses fliessen, um die von der Luft umspülte Aussenfläche zu erreichen.

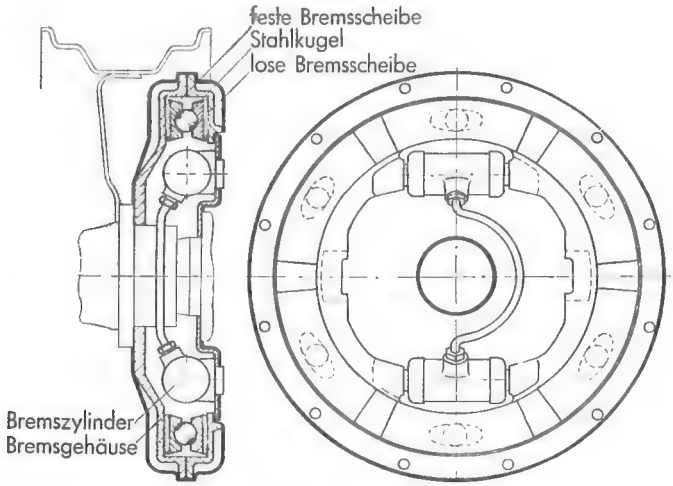


Abb. 39
Vollscheibenbremse

Durch die Verwendung eines Zweistoff-Bremsgehäuses kann nicht nur das Gewicht der unabgefederten Massen auf ein Mindestmass herabgesetzt, sondern auch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums mit den guten Eigenschaften von Gusseisen (geringer Verschleiss, geringe Wärmedehnung und grosse Wärmefestigkeit) verbunden werden. Voraussetzung ist natürlich, dass durch eine einwandfreie Bindung beider Metalle ein guter Wärmeübergang gesichert ist. Am bekanntesten ist in Deutschland die Klaue-Scheibenbremse, die während des Krieges als Lenk- und Fahrbremse in Gleiskettenfahrzeugen Verwendung fand. In Amerika sind die Chrysler- und Ausco-Lambert-Scheibenbremsen bekannt geworden. Alle drei Ausführungen haben ein umlaufendes Bremsgehäuse und Selbstverstärkung. Diese wird bekanntlich durch Stahlkugeln erzielt, welche beim Verdrehen der Bremsscheiben gegeneinander auf Kugelpfannen mit schrägen Flächen auflaufen und dadurch eine Spreizwirkung hervorrufen (Abb. 40). Der Grad der Selbstverstärkung, der durch Änderung des Steigungswinkels der Kugelpfannen mehr oder weniger an den Reibbeiwert der Bremsbeläge angepasst werden kann, ist sehr sorgfältig unter Berücksichtigung des Fahrzeuggewichtes

und der Aufgaben der Bremsen zu wählen. Bremsen mit grosser Selbstverstärkung sind nämlich empfindlicher gegen Änderungen der Reibeigenschaften der Beläge, als Bremsen mit geringer oder keinerlei Selbstverstärkung.

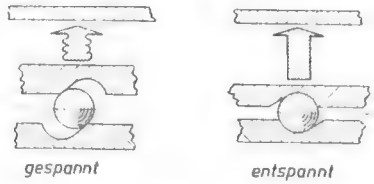


Abb. 40
Prinzip der Selbstverstärkung

2. **Die Teilscheibenbremse** (Zangenscheibenbremse). Bei dieser Bremsenbauart ist die Bremsscheibe in der Mitte zwischen den von beiden Seiten angreifenden Bremsbelägen angeordnet. Im Gegensatz zur Vollscheibe sind die Bremsbeläge in Form von nierenförmigen Segmenten oder zylindrischen Scheiben ausgebildet, wobei der grösste Teil der Bremsscheibe ausserhalb des Bremsbelages läuft, der grösste Teil der Scheibenfläche unmittelbar dem Kühlluftstrom ausgesetzt ist und die Wärme nicht erst durch das Scheibenmaterial geleitet werden muss. Dies hat eine schnellere Abkühlung der Reibfläche zur Folge.

Die Bremsen werden im allgemeinen selbstverstärkungsfrei ausgeführt, d. h. der Kennwert (inneres Übersetzungsverhältnis) ist niedrig, die „Kennung" (Kennwertabhängigkeit vom Reibbeiwert) verläuft linear und die Empfindlichkeit gegenüber Reibbeiwertschwankungen der Beläge ist konstant. Daraus folgt, dass die Bremse auch bei Betätigung aus hohen Geschwindigkeiten heraus absolut gerade zieht und eine weiche, sehr wirksame Bremsung ergibt. Das Lüftungsspiel kann erheblich kleiner eingestellt werden als bei einer Trommelbremse. Hierdurch ist die Anwendung grösserer hydraulischer Übersetzung möglich, jedoch ist wegen des niedrigen Kennwertes ein Bremskraftverstärker in den meisten Fällen nicht zu umgehen.

Abb. 41 zeigt eine Teilscheibenbremse mit **stationärem Sattel,** der mit gegenüberliegenden Bohrungen zur Aufnahme von Kolben, auf welche Reibbelagscheiben aufgeklebt sind, die gegen die rotierende Bremsscheibe gedrückt werden, ausgerüstet ist.

Abb. 42 veranschaulicht die **schwimmende Sattelausführung,** d. h. der Sattel ist axial verschiebbar. Bei dieser Ausführung wird ein mit einem nierenförmigen Belag versehenes Drucksegment durch einen Kolben gegen die Bremsscheibe verschoben, während das gegenüberliegende Belagsegment durch die Reaktion des hydraulischen Druckes auf den verschiebbaren Sattel gegen die Scheibe gedrückt wird.

Auch die beste Scheibenbremsen-Konstruktion muss bei Dauerbremsung versagen, wenn ihr nicht genügend Kühlluft zugeführt wird. Es ist deshalb unbedingt erforderlich, auch bei Scheibenbremsen auf günstige Lage im Kühlluftstrom besonders zu achten. Nur in engster Zusammenarbeit zwischen Fahrzeug- und Bremsenkonstruktion ist es möglich, hier weitere Fortschritte zu erzielen. Die anfallenden Energiemengen **müssen** nun einmal abgeführt werden und dies kann nur durch ausreichende Zuführung von Kühlluft geschehen. Es ist unbestreitbar, dass zur Erreichung dieses Zieles die Scheibenbremse mancherlei Erleichterungen gegenüber der Trommelbremse bietet. Die Scheibenbremse allein kann es aber nicht schaffen, sondern nur durch sinnvolle Einfügung in die Gesamtkonstruktion des Fahrzeuges

und Erfüllung der Forderungen nach möglichst grossem wirksamen Durchmesser und besonders nach guter und reichlicher Kühlluftzuführung kann die Dauerleistung der Bremsen verbessert und damit ein Schritthalten der Bremsen mit der Weiterentwicklung des übrigen Fahrzeuges ermöglicht werden.

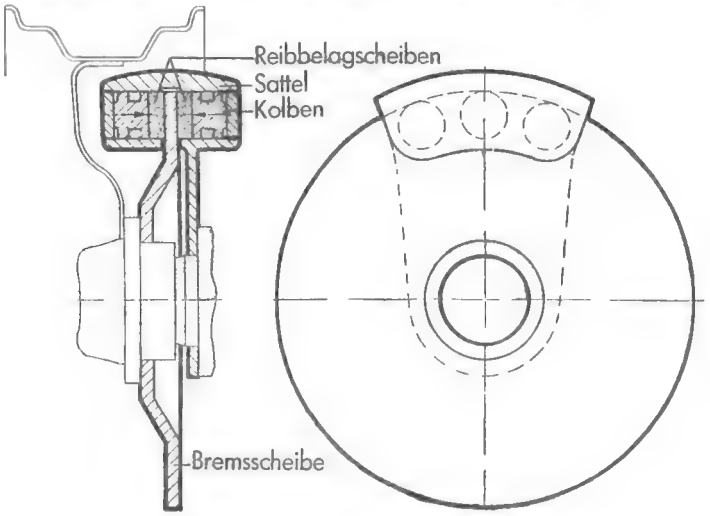


Abb. 41
Teilscheibenbremse: Stationärer Sattel

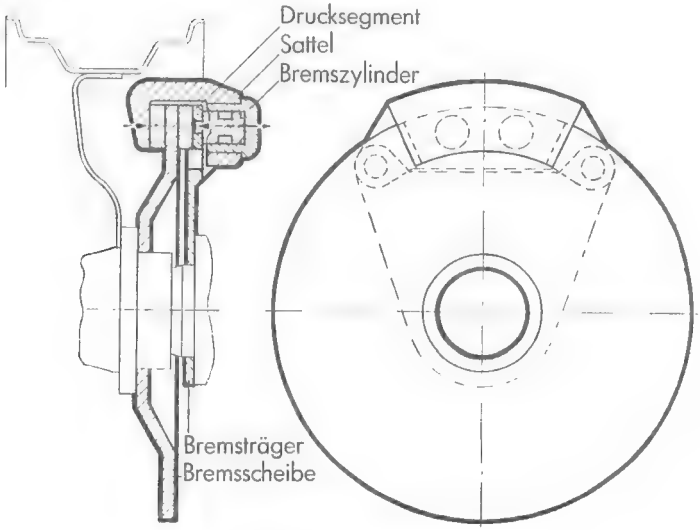


Abb. 42
Teilscheibenbremse: Schwimmender Sattel

17. Selbsttätige Nachstellvorrichtungen

Gesperre-Nachstellung

Der Bremspedalweg wird durch das Lüftspiel zwischen Bremsbelag und Trommel beeinflusst. Bei nicht rechtzeitiger Nachstellung der Bremsen besteht die Gefahr, dass der noch zur Verfügung stehende Bremspedalweg zum Andrücken der Backen nicht mehr ausreicht, so dass eine Bremswirkung im entscheidenden Augenblick nicht vorhanden ist.

Die automatischen Nachstellvorrichtungen halten das Lüftspiel konstant. Die von uns entwickelte automatische Nachstellvorrichtung besteht aus Zahnstange und Nachstellzange (Abb. 43), die paarweise als schraubenförmiges Zahngesperre wirkend zwischen Bremsbacken und Bremsträger angeordnet sind. An der Bremsbacke ist die Zahnstange mit einem dem Bremsbackenlüftweg entsprechenden Spiel angelenkt, um das die Backe nach dem Anlegen immer wieder zurückgehen kann. Wird durch Verschleiss des Bremsbelages der Lüftweg grösser als das Spiel (S) zwischen Bolzen und Zahnstangenauge, so wird die Zahnstange um diesen Weg aus der Nachstellzange gezogen. Umspringen um einen Gewindegang erfolgt dann, wenn der Backenlüftweg grösser wurde als Spiel (S) und Steigung des sägezahnartig ausgebildeten Gewindes der Nachstellvorrichtung. Die Ausbildung des Gewindes verhindert ein Umspringen der Nachstellvorrichtung beim Lösen der Bremse. Die gekapselte Ausführung der selbsttätigen Nachstellvorrichtung gleicht in ihrer Wirkungsweise der vorstehenden Ausführung.

Abb. 44 zeigt einen typischen Einbaufehler. Die Nachstellzange sitzt zu dicht am Bremsbackenhalter und kann deshalb der in Pfeilrichtung (R) ausschwingenden Bremsbacke nicht folgen, so dass die Zahnstange, die von der Backe mitgenommen wird, im Muttergewinde der Zange verkantet und dieses beschädigt. Das Abrunden der im Wege stehenden Ecke der Zange ist zu vermeiden, da die Zange dadurch geschwächt wird und an dieser Stelle dann brechen kann. Besser ist die entsprechende Nacharbeit des Bremsbackenhalters. Falsch ist es auch, den Bolzen (B) schwächer zu halten, um für die Zange am Bremsbackenhalter Platz zu gewinnen. Der Bolzen muß an dieser Stelle möglichst enge Passung aufweisen. Das der

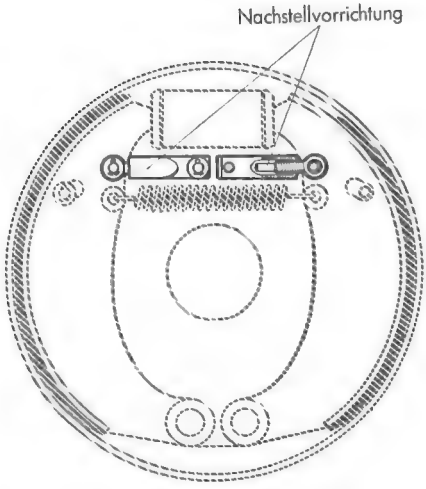


Abb. 43
Automatische ATE-Nachstellvorrichtung

Backenlüftung entsprechende Spiel befindet sich zwischen Bolzen und Zahnstangenauge. **Beide** Bolzen müssen gehärtet sein, um ein Ausschlagen durch die gehärteten Teil der Nachstellvorrichtung zu vermeiden. Abgenutzte Bolzen sind zu erneuern!

Einen weiteren Einbaufehler zeigt Abb. 45. Nachstellzange und Zahnstange müssen auf den zugehörigen Bolzen **freibeweglich** sitzen, besonders aber seitlich allen Verklemmungen ausweichen können. Bremsbackenhalter und Bremsbacke werden

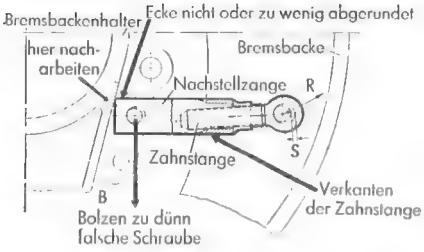


Abb. 44

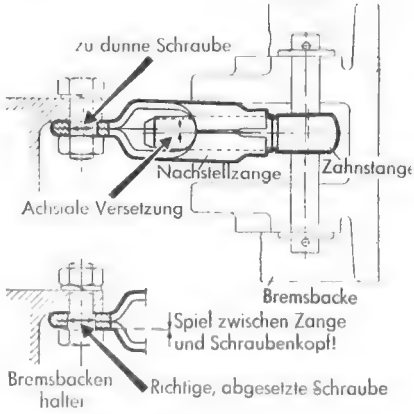


Abb. 45

Einbaufehler

zueinander immer mehr oder weniger versetzt sein, so dass eine spielfreie Befestigung der Nachstellzange am Bremsbackenhalter meist die in der Abbildung angedeutete axiale Versetzung und damit Klemmen an der Bremsbacke herbei-

führen wird. Die Befestigungsschraube der Nachstellzange muss richtig abgesetzt sein und der Zange seitlich so viel Bewegung ermöglichen, dass Klemmungen an der Bremsbacke unbedingt vermieden werden.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass zu den Folgen von zuviel nachgedrehten Bremstrommeln auch eine Benachteiligung der Nachstellvorrichtung kommen kann, weil dann die Zahnstange zu weit aus der Nachstellstange gezogen wird und dadurch beide Teile ineinander nicht mehr genügend geführt sind.

Stufenlose Nachstellung

Die selbsttätige stufenlose Nachstellvorrichtung (Abb. 46) besteht aus zwei Reibscheiben (R), die mittels des Gewindestückes (G) und der Tatzenfeder (T) gegen die beiden Seiten des mittleren Bremsbackenstegs gepresst werden. Im Bremsträger ist der Anschlagbolzen (A) **fest verankert,** der mit seinem balligen Ende in die Bohrung des Gewindestückes greift. Zwischen dem Anschlagbolzen (A) und der Bohrung des Gewindestückes (G) ist ein Spiel „S" vorhanden, das grösser sein muss, als die grösste Trommeldehnung. In Lösestellung der Bremse liegt Gewindestück (G) am Anschlagbolzen (A) an, und die Rückholfeder der Bremsbacken hält diese Stellung fest. Bei der Bremsbetätigung verschiebt sich die Bremsbacke mit den Reibscheiben um das Spiel „S". Ist nun an den Bremsbelägen eine Abnutzung eingetreten, dann gleitet das Gewindestück (G) im Führungsschlitz der Bremsbacke und kommt am Anschlagbolzen (A) zur Anlage. Dabei werden die Reibscheiben (R) festgehalten, und die Bremsbacke verschiebt sich um den Betrag der Abnutzung des Bremsbelags. Bei dem nachfolgenden Lösen der Bremsen können die Backen nur um das Spiel „S" zurückgehen. Die Bremse ist also nachgestellt. Zu beachten ist bei dieser selbsttätigen Nachstellung, dass die Rückholfeder nicht die Bremsbacken zwischen den Reibscheiben verschieben kann. Dementsprechend ist die Anpressung durch die Tatzenfeder (T) mittels der Einstellmutter (M) einzustellen.

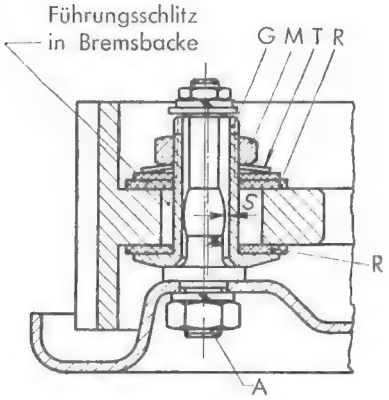


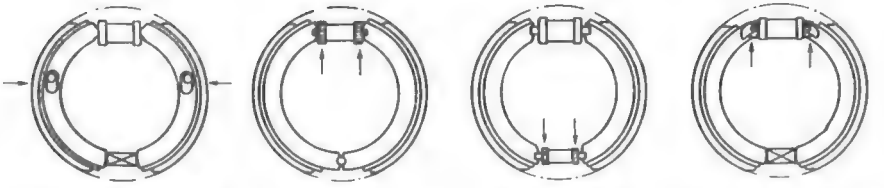
Abb. 46
Selbsttätige stufenlose Nachstellvorrichtung

18. Nicht selbsttätige Nachstellvorrichtungen

Da alle Reibungsbremsen eine Abnutzung der Bremsbeläge mit sich bringen, ist von Zeit zu Zeit eine mechanische Nachstellung der Bremsbacken erforderlich.

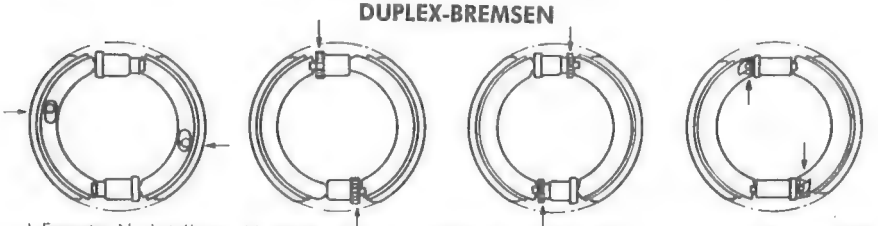
Die verschiedenen Ausführungen der Bremsen haben zur Folge, dass die Art der Nachstellungen den Konstruktionen der Bremsen angepasst werden müssen.

SIMPLEX-BREMSEN



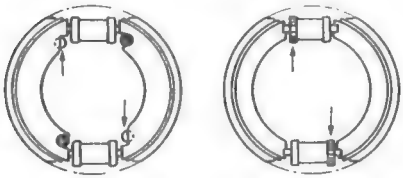
a) Exzenter-Nachstellung | b) Nachstellung am Zylinder | c) Nachstellung am Stützlager | d) Exzenter-Nachstellung am Zylinder

DUPLEX-BREMSEN



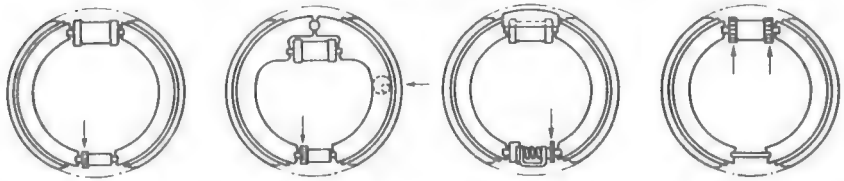
a) Exzenter-Nachstellung | b) Nachstellung an Zylindern (Betätigungsseite) | c) Nachstellung an Zylindern (Abstützseite) | d) Exzenter-Nachstellung an Zylindern

DUO-DUPLEX-BREMSEN



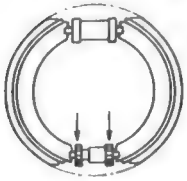
a) Exzenter-Nachstellung | b) Nachstellung an Zylindern

DUO-SERVO-BREMSEN



a) Schwimmende Nachstellung | b) Schwimmende Nachstellung Exzenter an Sekundärbacke | c) Nachstellung mit Zentrierung | d) Nachstellung am Zylinder

VOLL-BREMSE



a) Nachstellung am Stützlager

Abb. 47
Bremsennachstellungen

In jedem Falle ist, wenn nicht ausdrücklich anders betont, die Betriebsbremse vor der Handbremse ein- bzw. nachzustellen.

Zu Abb. 28 (Seite 37)

An der Aussenseite des Bremsschildes in Höhe des Radzylinders sind zwei Sechskantschrauben (Abb. 48), welche durch Nockenscheiben mit der Schutzkappe des Radzylinders in Verbindung stehen. Die Schutzkappen sind durch eingeschraubte Schlitzbolzen mit den Bremsbacken verbunden.

Bei Rechtsdrehung der Sechskantschrauben werden die Bremsbacken gegen die Bremstrommel gedrückt. Durch geringes Zurückdrehen der Schrauben löst man die Bremsbacken so weit von der Bremstrommel, bis diese sich ohne hörbares Schleifen drehen lässt.

Zu Abb. 29 (Seite 37)

An der Aussenseite des Bremsschildes sind zwei Sechskant- oder auch Vierkantschrauben, welche durch Nachstellexzenter mit den Bremsbacken in Verbindung stehen. (Abb. 49)

Bei **Rechts**drehung der **rechten** Schraube und **Links**drehung der **linken** Schraube werden die Bremsbacken durch die Exzenter gegen die Bremstrommel gedrückt. In umgekehrter Drehrichtung werden die Schrauben so weit zurückgedreht, bis die Bremstrommel sich ohne hörbares Schleifen drehen lässt.

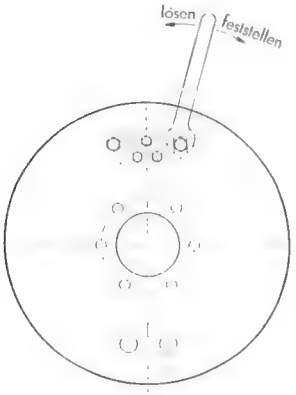


Abb. 48

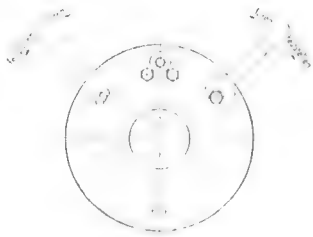


Abb. 49

Nachstellungen

Zu Abb. 31 und 33 (Seite 37 und 38)

Bei diesen Bremsen sind die Nachstellschrauben gegenüber dem Radzylinder, nebeneinander oder in diagonaler Anordnung auf der Rückseite des Bremsschildes zu finden.

Die Nachstellschrauben sind durch Kegelradübersetzung (siehe Abb. 50) mit den Bremsbacken verbunden.

Durch Rechtsdrehung der Nachstellschrauben werden die Bremsbacken gegen die Bremstrommel gedrückt und durch geringes Linksdrehen so weit gelöst, bis die Bremstrommel sich ohne hörbares Schleifen drehen lässt.

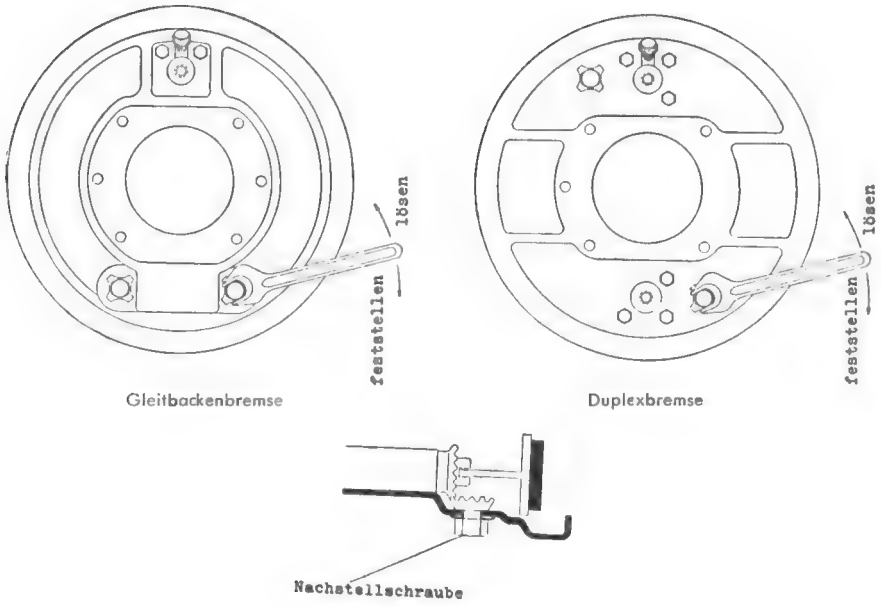


Abb. 50
Nachstellungen

Zu Abb. 30, 35 und 36 (Seite 37 und 39)

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Bremsen wird hier ein Schraubenzieher als Werkzeug zur Nachstellung benutzt. Auf der Rückseite des Bremsschildes sind Schlitze vorgesehen, durch welche der Schraubenzieher an die Nachstellritzel gelangt (L 1). Abb. 5.

Feststellen der Bremsbacken

- Durch Kippen des Schraubenziehers im Nachstelloch (L_1). Nachstellmutter (N_1) verdrehen bis man Widerstand fühlt, und zwar: am rechten Vorder- und Hinterrad Schraubenziehergriff von Achsmitte, am linken Vorder- und Hinterrad Schraubenziehergriff zur Achsmitte bewegen.
- Durch Kippen des Schraubenziehers im Nachstelloch (L_1). Nachstellmutter (N_1) verdrehen bis man Widerstand fühlt, und zwar: am rechten Vorder- und Hinterrad Schraubenziehergriff zur Achsmitte, am linken Vorder- und Hinterrad Schraubenziehergriff von Achsmitte bewegen.

Bei der **Servo-Bremse** (Vollbremse) muss die **Sekundärbacke** mit der **Nachstellschraube** (N_1) (Abb. 35, 36) **zuerst eingestellt** werden.

Lösen der Bremsbacken

Die Nachstellmuttern werden, wie oben beschrieben, in umgekehrter Weise mit dem Schraubenzieher verdreht.

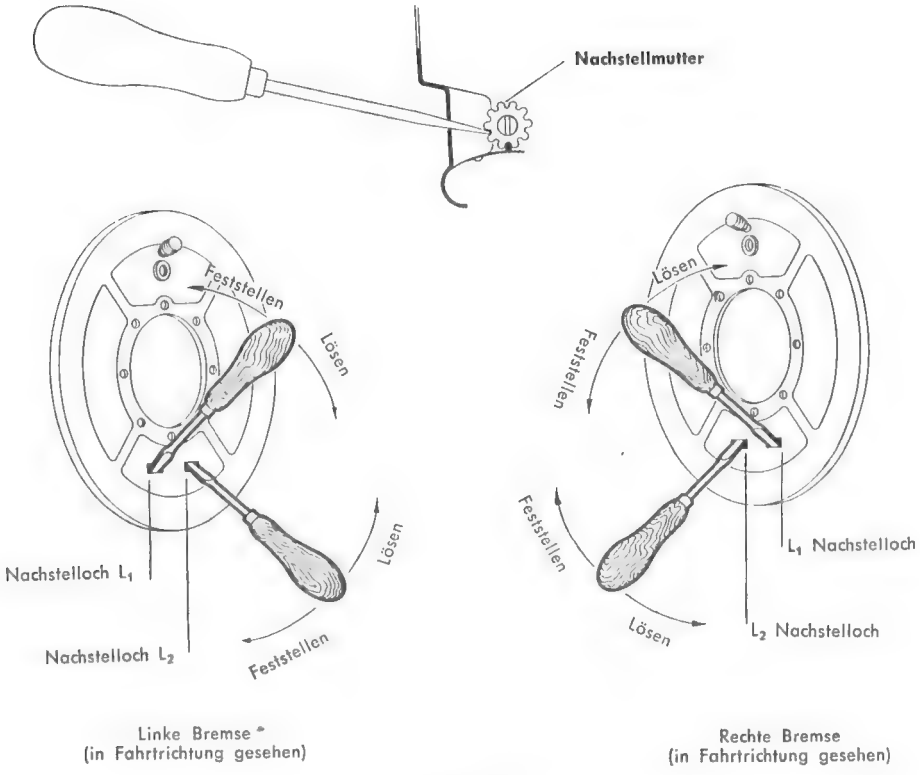


Abb. 51
Bremsen-Nachstellung mit Schraubenzieher

Es ist streng darauf zu achten, dass die Nachstellung der Bremsen nur im **kalten** Zustand der Bremstrommel durchgeführt werden darf und nur an der für die Nachstellung an jeder Reibungsbremse vorgesehenen Einrichtung. Bei notwendiger Einstellung der Hz-Kolbenstange ist darauf zu achten, dass das Spiel zwischen Kolben und Druckstange ca. 1,0 mm betragen muss. Bei der Nachstellung der Hinterradbremsen muss die Handbremse gelöst sein. Es ist erforderlich, bei Neubelegung der Bremsbacken zuerst einige Probebremsungen durchzuführen, die Bremstrommeln erkalten lassen und dann erst die Nachstellung zu beenden.

Bremsen-Nachstellung und Zentrierung der ATE-Duo-Servo-Bremse

Die meisten Duo-Servo-Bremsen 400 ϕ, sind mit einem Nachstellschloss ausgerüstet, welches gleichzeitig die Bremsbacken zentriert. Das Nachstellschloss ist zwischen den beiden Bremsbacken angeordnet und ist ausser mit dem üblichen Nachstellritzel mit einer Klemmschraube zur Arretierung des Nachstellkörpers versehen, womit die Backenzentrierung erreicht wird.

In jedem Falle ist die Betriebsbremse vor der Handbremse ein- bzw. nachzustellen.

Nachstellung und Zentrierung der Betriebsbremse folgendermassen vornehmen (Abb. 52).

- Klemmschraube mit Steckschlüssel (14 mm Schlüsselweite), mit ca. 3 Umdrehungen (links) lösen.
- Backen mit Schraubenzieher am Ritzel nachstellen, bis Trommel sich von Hand nicht mehr drehen lässt (an **linker Bremse** Schraubenziehergriff **von oben nach unten,** an **rechter Bremse** Schraubenziehergriff **von unten nach oben** bewegen).
- Backen mit Schraubenzieher am Ritzel wieder soweit **lösen,** bis Trommel sich von Hand frei drehen lässt, ca. 6 Zähne am Ritzel zurückdrehen (an **linker Bremse** Schraubenziehergriff **von unten nach oben,** an **rechter Bremse** Schraubenziehergriff **von oben nach unten** bewegen).
- Klemmschraube mit Steckschlüssel (14 mm Schlüsselweite) nach rechts festdrehen.

Nach etwaiger Demontage der Duo-Servo-Bremsen und anschliessender Montage ist darauf zu achten, dass die schwächere Feder (verkadmet) an der Backe mit dem kürzeren Belag und die stärkere Feder (schwarz) an der Backe mit dem längeren Belag eingehängt wird. Der Bremsbacken mit dem kürzeren Belag muss in Fahrtrichtung immer vorne montiert werden (Abb. 53).

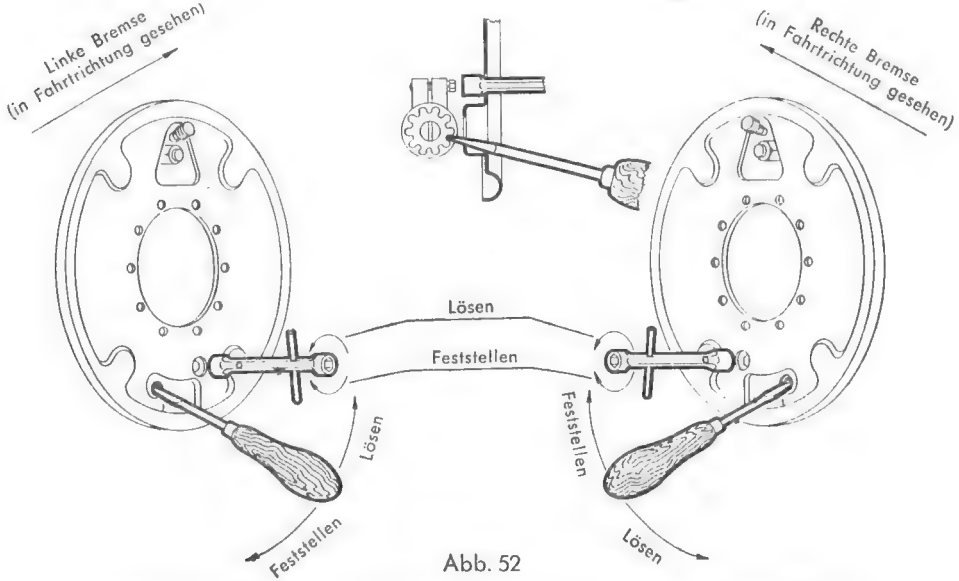


Abb. 52

Bremsen-Nachstellung u. Zentrierung der ATE-Duo-Servo-Bremse 400 ϕ

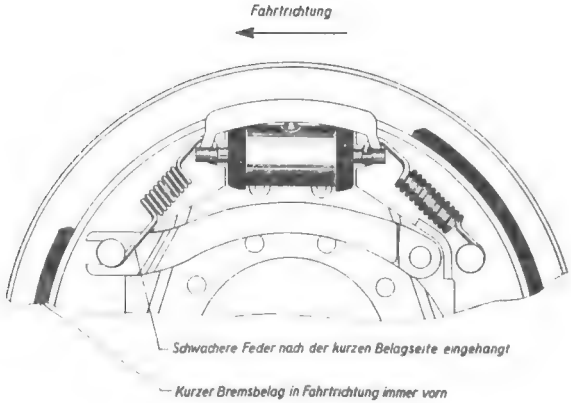


Abb. 53

19. Behandlung der Bremsbeläge und der Bremstrommeln

Durch beschädigte Simmerringe an den Achsschenkeln bzw. Achswellen tritt Schmiermittel aus und gelangt auf die Bremsbeläge, wodurch der Reibwert erheblich gemindert wird. In solchen Fällen empfiehlt es sich, nach Erneuerung der Simmerringe nicht nur die Bremstrommeln sondern auch die Backen gründlich zu reinigen und die Bremsbeläge in jedem Fall zu erneuern. Abbrennen der Beläge und Waschen mit Benzin oder Trichloräthylen gibt keine Gewähr für ein einwandfreies Funktionieren der so behandelten Beläge. Es sollte unterbleiben, denn es ist nicht feststellbar, wie tief die Verölung in den Belag eingedrungen ist. Ausserdem können in den Poren des Belages immer noch Ölreste verbleiben, die die Bremswirkung des Belages nachteilig beeinflussen. Auch dann, wenn nur eine Bremse verölt ist, ist es empfehlenswert, beide Bremsen der gleichen Achse neu zu belegen, und zwar mit Belägen gleicher Qualität, da sonst der Wagen unter Umständen beim Bremsen einseitig zieht.

Aufrauhen der Bremsbeläge oder gar der Bremstrommeln bringt keinen Vorteil, denn aufgerauhte Beläge glätten sich sehr schnell wieder. Aufgerauhte Bremstrommeln wirken auf den Belag wie ein Fräser und führen zu einem erhöhten Verschleiss der Beläge. Die Oberfläche von Belag und Trommel muss glatt sein, so dass die aufeinanderreibenden Teile haften. Jede Unebenheit an den Reibflächen vermindert die Bremswirkung.

Vor dem Neubelegen der Bremsbacken ist festzustellen, ob die Bremstrommeln noch das ursprüngliche Mass haben. Sind die Bremstrommeln ausgedreht worden, dann müssen entsprechend stärkere Beläge aufgenietet werden. Das Ausdrehen der Bremstrommeln darf nur in den von den Automobilfabriken als zulässig angegebenen Grenzen durchgeführt werden. Zu starkes Ausdrehen kann u. a. zur Folge haben, dass die Radzylinderkolben bei grösserem Belagverschleiss die für ein sicheres Bremsen erforderliche Führung im Zylinder verlieren. Ecken und grosser Verschleiss der Kolben und Manschetten, auch Zerstören und Abstreifen der Schutzkappen vom

Zylinder sind die Folgen. Ausserdem wird durch übermässiges Ausdrehen der Trommel diese sehr geschwächt. Die dann bei starker Bremsung eintretende Ausdehnung der Trommel kann den bis zum Einsetzen der vollen Bremswirkung erforderlichen Hub der Radzylinderkolben derart vergrössern, dass der Hub des Hauptzylinders nicht mehr ausreicht, um eine genügende Bremswirkung zu erreichen.

20. Radzylinder

Es ist Aufgabe der Radzylinderkolben, den im Hauptzylinder erzeugten Druck auf die Bremsbacken zu übertragen. Die Radzylinder werden am Bremsträger (Schild) befestigt. Sie bestehen aus dem Gehäuse, den Manschetten, den Kolben, den Druckbolzen, die als Verbindungsglied zwischen Kolben und Bremsbacken angeordnet sind und den Schutzkappen, welche das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit verhindern. Radzylinderausführungen ohne Druckbolzen sind auch gebräuchlich.

Zwischen den Kolben ist eine Anschlagfeder, welche über Federteller oder Füllstücke gegen die Manschetten drückt. Die Füllstücke müssen Bohrungen haben, die den Druck der Bremsflüssigkeit auf den Manschettenboden einwirken lassen. An der höchsten Stelle des Radzylinders ist in der Mitte zwischen den beiden Kolben ein Entlüfterventil eingeschraubt.

Radzylinder-Ausführungen

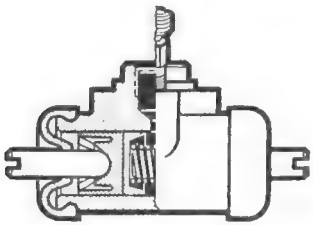


Abb. 54

Mit Druckbolzen. Anschlagfeder drückt gegen Federteller.

Anwendung: Simplex- und Duo-Duplexbremse.

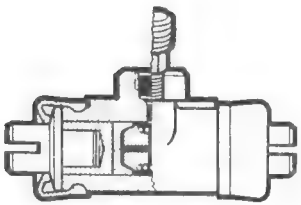


Abb. 55

Mit Druckpilzen. Anschlagfeder drückt gegen Füllstücke.

Anwendung: Simplex- und Servo-Bremse.

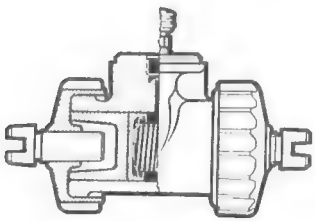


Abb. 56

Mit Nachstellkappe, welche gleichzeitig Schutzkappe ist. Ermöglicht Nachstellung der Bremsbacken am Radzylinder.

Anwendung: Simplex-Bremse.

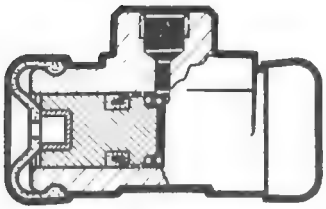


Abb. 57
Kolben mit Nutmanschetten.
Anwendung: Simplex-Bremse.

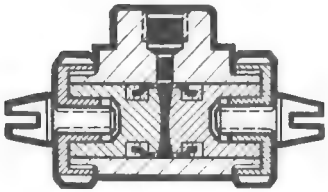


Abb. 58
Nachstellkappen und Kolben mit Nutmanschetten.
Anwendung: Simplex-Bremse.

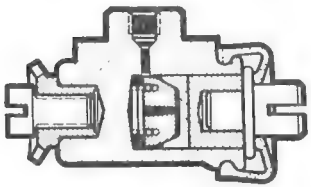


Abb. 59
Einfachwirkender Radzylinder mit Nachstellvorrichtung. Backen stützen sich an Nachstellvorrichtung ab.
Anwendung: Duplex-Bremse.

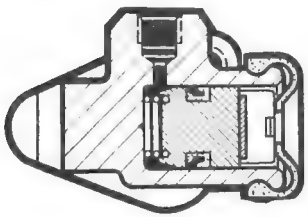


Abb. 60
Einfachwirkender Radzylinder und Kolben mit Nutmanschetten. Backen stützen sich am Radzylindergehäuse ab.
Anwendung: Duplex-Bremse.

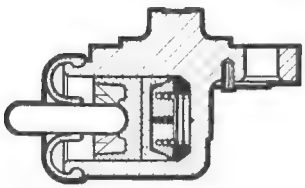


Abb. 61
Einfachwirkender Radzylinder. Anschlagfeder drückt gegen Füllstück. Backen stützen sich an Abstütz-Bolzen ab, der zugleich als Befestigung dient.
Anwendung: Duplex-Bremse.

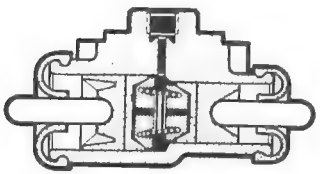


Abb. 62
Stufenradzylinder. Gestattet eine begrenzte Ausgleichung der Anpressdrücke durch Verwendung verschieden grosser Kolben. Der kleine Kolben arbeitet dabei auf die auflaufende Backe und der grössere Kolben auf die ablaufende Backe.

21. Richtlinien für den Einbau der Radzylinder

- Die Radzylinder ohne Füllstücke sollen möglichst waagrecht eingebaut werden, um eine einwandfreie Entlüftung zu gewährleisten.
- Die Druckbolzen der Radzylinder für Bremsen mit Exzenternachstellung und festem Drehpunkt sollen in der Anfangslage leicht schräg nach oben eingebaut werden, um die bei fortschreitender Belagabnutzung entstehende Verlagerung der Druckbolzen nach unten auszugleichen. Dadurch werden allzu grosse Seitendrücke auf den Kolben verhindert (Abb. 65).
- Bei gelöster Bremse soll das auf den Zeichnungen bei den Druckbolzen angegebene Kleinstmass nicht unterschritten werden.
- Der Radzylinder ist in angemessener Entfernung von der Bremstrommel anzubringen (Abb. 63), um schädliche Wärmeeinwirkungen auf die Gummiteile zu vermeiden. Im Bedarfsfalle ist ein besonderer Wärmeschutz anzubringen.
- Die Bremsbacken-Rückzugfeder muss kräftig genug sein, um die Radzylinderkolben wieder in ihre Lösestellung zurückzubringen.
- Entlüfterventile sollen immer an der höchsten Stelle der Radzylinder angeordnet und gut zugänglich sein.
- Einfachwirkende Duplex-Radzylinder müssen besonders sorgfältig befestigt werden, da das Radzylindergehäuse die Reaktion des wirksamen Leitungsdruckes aufzunehmen hat. Auch bei Servo-Bremsen mit Zylinderabstützung muss auf sorgfältige Befestigung geachtet werden.
- Um Spannungen am Radzylinder zu vermeiden, muss die Zentrierbohrung gratfrei und die Radzylinderauflage am Bremsschild plan sein.

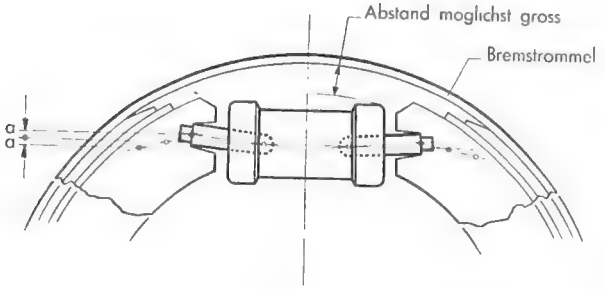


Abb. 63
Einbau der Radzylinder

Wartung der Radzylinder

Bei der Kontrolle der Radzylinder ist auf die Stellung der Kolben zu achten. Einseitige Verschiebung oder zu kleiner Druckbolzenabstand durch ungleichmässig gestaltete oder fehlerhafte Bremsbacken können zum Verdecken des Zuführungsloches durch die Radzylindermanschetten führen und die Bremswirkung verschlechtern oder gar verhindern.

Die Schutzkappen der Radzylinder werden nicht selten durch das aus undichten Radnaben austretende Schmiermittel verdorben. Sie verlieren dadurch die für einen dichten Sitz auf dem Radzylindergehäuse erforderliche Spannung, so dass sie sich schliesslich völlig vom Radzylinder ablösen. Die Kolbenlaufbahn ist dann Verunreinigungen preisgegeben, und Festsetzen der Kolben mit Schleifen der Bremsbacken ist die Folge.

22. Rohrleitung

Die bei der ATE Lockheed Hydr. Bremse zur Verwendung kommenden Rohre sind Stahlrohre. Sie müssen zunder- und rissfrei sein. Die gebräuchlichsten Abmessungen sind:

3,35	mm	Innen-ϕ,	4,75	mm	Aussen-ϕ
3,5	mm	Innen-ϕ,	5	mm	Aussen-ϕ
4	mm	Innen-ϕ,	6	mm	Aussen-ϕ
6	mm	Innen-ϕ,	9	mm	Aussen-ϕ
10	mm	Innen-ϕ,	13	mm	Aussen-ϕ

Die Rohrverbindung selbst ist als Kegelverbindung ausgebildet. Der Zusammenschluss erfolgt durch eine Rohrmutter, die über das kegelig aufgearbeitete Rohr greift.

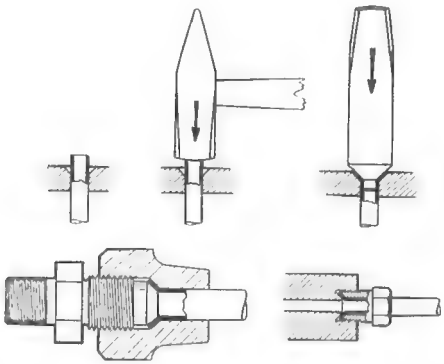


Abb. 64
Rohrverbindung für 6, 9 u. 13 mm Rohr

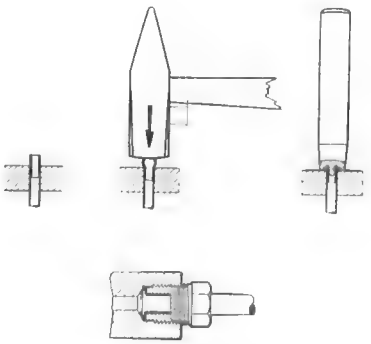


Abb. 65
Rohrverbindung für 4,75 und 5 mm Rohr

Zur Herstellung der Bördel sind Spezialwerkzeuge erforderlich. Das Rohr ist gerade abzusägen, die Trennfläche sauber zu feilen, der Grat innen und aussen zu beseitigen und die hierbei entstehenden Späne sind durch Klopfen an dem schräg gehaltenen Rohr zu entfernen und danach mit gefilterter Druckluft auszublasen. Damit die Bördelung nicht einreissen kann, empfiehlt es sich, das Rohr vorher etwas anzustauchen, um für die Verformung genügend Material zu bekommen. Vor dem Anziehen der Rohrmutter ist die äussere Bördelfläche mit einem Tropfen Bremsflüssigkeit zu benetzen. Verlöten und Verschweissen von Rohren ist auf alle Fälle zu unterlassen.

Bördelwerkzeug mit Druckspindel

Vor Einspannen in das Bördelwerkzeug (Abb. 66) ist die Rohranschlussmutter über das Rohr zu schieben. Das freie Ende für den Bördel soll um 5 mm aus dem Bördelwerkzeug in Richtung Druckspindel herausstehen.

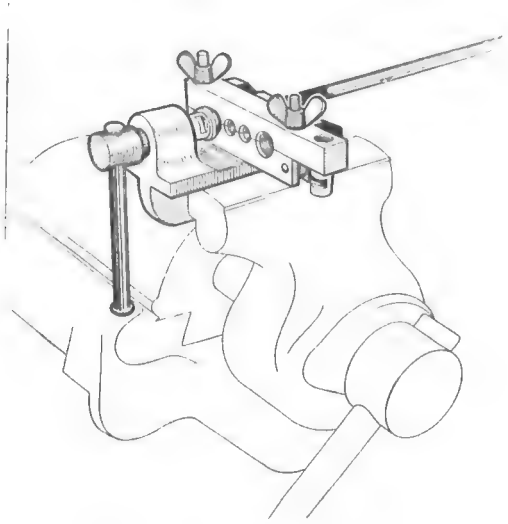


Abb. 66
Bördelwerkzeug mit Druckspindel

23. Richtlinien für Rohrverlegung

- Verteiler und Zwischenstücke mit Entlüftung sind an der höchsten Stelle der Leitung anzubringen. Die Entlüftungsstellen müssen gut zugänglich sein.
- Die Rohre sind geschützt, auch gegen Steinschlag, zu verlegen. An der Hinterachse darf die Rohrleitung nicht auf der in Fahrtrichtung liegenden Seite angebracht sein. Krümmungen mit $r < 5\,d$ sind zu vermeiden.
- Tote Leitungsstücke sind zu vermeiden, da sie Luftsäcke bilden.
- Rohrleitungen nicht in der Nähe der Auspuffleitung verlegen, um Dampfblasenbildung der Bremsflüssigkeit zu verhindern.
- In Rohrbogen dürfen keine Verengungen sein.
- Die Rohrleitung ist in möglichst kurzen Abständen von etwa 500 mm zu befestigen, um Schwingungen zu verhindern.
- Zwischen Rohrschelle und Rohr ist eine weiche Zwischenlage anzubringen, um Scheuerstellen zu vermeiden. Die Zwischenlage muss beständig sein, das heisst, sie darf nicht schrumpfen.

24. Bremsschläuche

Die ATE-Bremsschläuche sind das flexible Verbindungsglied in der hydraulischen Bremsanlage.

Die in der Abb. 67 dargestellten verschiedenen Anschlussenden sind die gebräuchlichsten in Millimeter- und Zollabmessung für europäische und amerikanische Fahrzeuge.

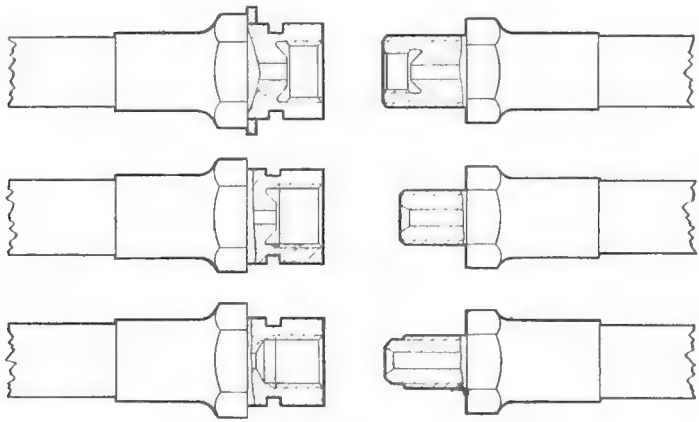


Abb. 67
Verschiedene Anschlussenden von Bremsschläuchen

Einbau

- Beim Anbringen des Bremsschlauches ist darauf zu achten, dass dieser nicht verdreht wird und dass Schlauchbögen nicht zu tief nach unten hängen.
- Der Bremsschlauch soll möglichst kurz sein, jedoch muss er allen Bewegungen ungehindert folgen können. Bei diesen Bewegungen darf der Bremsschlauch weder Zug- noch Verdrehungsbeanspruchungen ausgesetzt sein.
- Der Bremsschlauch darf nicht in der Nähe der Auspuffleitung verlegt werden. Berühren mit Auspuffleitung darf auch nicht beim Durchfedern des Wagens oder Einschlagen der Räder erfolgen.
- Der Bremsschlauch muss so verlegt werden, dass ein Scheuern unmöglich ist.
- Bremsschläuche dürfen nicht lackiert werden.
- Bremsschläuche sollen nicht in unmittelbarer Nähe von Schmierstellen verlegt werden, um zu vermeiden, dass überschüssiges Öl oder Fett auf die Schläuche tropft.

Wartung der Bremsschläuche

Bei Reparaturen unbedingt darauf achten, dass der Schlauch so montiert wird, wie der Originalschlauch eingebaut war.

Bremsschläuche dürfen nicht mit Benzin, Benzol oder Petroleum gereinigt werden. Aussen anhaftenden Schmutz entfernt man mit Wasser.

Beim Absprühen des Fahrzeugs sind die Bremsschläuche abzudecken, um zu vermeiden, dass Sprühmittel, die Petroleum und Mineralöl enthalten, nicht mit den Bremsschläuchen in Berührung kommen.

25. Motorrad-Schlauchkupplung

Bei Motorrädern wird der Radzylinder des Seitenwagens durch den Bremsschlauch und die Rohrleitung mit dem Hauptzylinder verbunden. Damit der Seitenwagen ohne Verlust von Bremsflüssigkeit und ohne Eindringen von Luft in das Bremssystem, vom Motorrad getrennt werden kann, ist zwischen dem Schlauch und Hauptzylinder oder der davon abgehenden Rohrleitung eine Kupplung montiert. Die Länge des Bremsschlauches sowie die Ausführung der Kupplungsköpfe richtet sich nach der Unterbringungsmöglichkeit der Anschlussarmaturen. Um das Eindringen von Schmutz zu verhindern, sind im gelösten Zustand die beiden Kupplungshälften durch die mitgelieferten Schutzkappen zu verschliessen.

Abb. 68
Bremsschlauch mit Kupplung

Abb. 69
Kupplungsköpfe

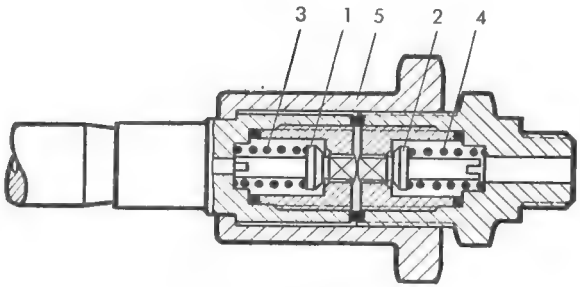


Abb. 70
Schema der Schlauchkupplung

Im zusammengeschraubten Zustand stützen sich die eingebauten Ventilkegel 1 und 2 gegenseitig ab und geben den Durchflussquerschnitt frei. Wird die Kupplung auseinandergeschraubt, dann schliessen sich selbsttätig beide Ventile, so dass kein Flüssigkeitsverlust eintreten kann.

C. WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

1. Masse und Toleranzen für Haupt- und Radzylinder-Gehäuse und -Kolben

Durch den Betrieb unterliegen Haupt- und Radzylinder-Gehäuse, sowie deren Kolben einem gewissen natürlichen Verschleiss, der bei stärkerem Ausmass zu Störungen führen kann.

Noch zulässige Zylinder- und Kolben-Durchmesser sind in ihren Massen von uns genau festgelegt und aus der **Reparatur - Toleranztabelle** ersichtlich. Werden Zylinderbohrungen festgestellt, die über das vorgesehene Abmass hinausgehen, so sind deren Gehäuse zu erneuern. Werden Kolben festgestellt, die unter dem zulässigen Kolbenabmass liegen, so müssen diese ausgewechselt werden. Das sich ergebende höchst zulässige Spiel ist in $^1/_{100}$ = 0,01 mm angegeben. Zur Feststellung des Spiels werden am zweckmässigsten die Kolben mit der Mikrometerschraube gemessen und dabei auf Rundheit geprüft. Das Zylindergehäuse, das viel weniger einer Abnutzung unterliegt, wird am besten mit einem Innenmessgerät nachgeprüft. Zur Grundmasseinstellung kann ein Normallehrring oder auch eine Mikrometerschraube verwendet werden.

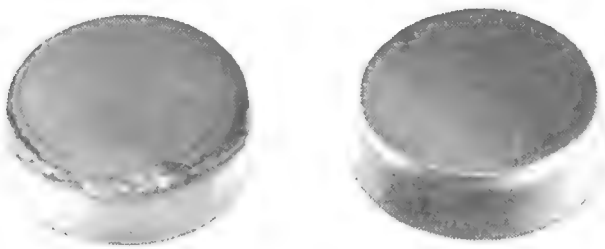


Abb. 71
Manschetten in beschädigter und einwandfreier Form

Die Zerstörung der in Abb. 71 links gezeigten Manschette ist darauf zurückzuführen, dass das zulässige Spiel zwischen Gehäuse und Kolben wesentlich überschritten wurde. Die gleiche Beschädigung kann auch durch Überbeanspruchung der Bremse infolge zu hoher Temperatur auftreten. Es ist in solchen Fällen nicht nur erforderlich, die beschädigten Manschetten auszuwechseln, sondern es ist darüber hinaus **dringend erforderlich,** Gehäuse und Kolben einer genauen Prüfung bzw. Messung zu unterziehen und die Teile zu erneuern, die nicht den genannten Angaben entsprechen.

Nenn-Ø		Gehäuse Grösster zulässiger Ø	Kolben Kleinster zulässiger Ø	Grösstes zulässiges Spiel
mm	Zoll	mm	mm	mm
14.29	9/16	14.39	14.16	0.23
15.87	5/8	15.97	15.74	0.23
17.46	11/16	17.56	17.33	0.23
19.05	3/4	19.16	18.90	0.26
20.64	13/16	20.75	20.49	0.26
22.2	7/8	22.31	22.05	0.26
23.81	15/16	23.92	23.66	0.26
25.4	1	25.51	25.25	0.26
26.99	1 1/16	27.10	26.84	0.26
28.57	1 1/8	28.68	28.42	0.26
31.75	1 1/4	31.84	31.58	0.26
34.92	1 3/8	35.01	34.75	0.26
38.1	1 1/2	38.19	37.93	0.26
41.27	1 5/8	41.36	41.10	0.26
44.45	1 3/4	44.54	44.28	0.26
50.8	2	50.90	50.60	0.3
57.15	2 1/4	57.25	56.95	0.3
65.0	2.5590	65.10	64.80	0.3
70.0	2.7559	70.10	69.80	0.3

Reparatur-Toleranztabelle für Hydraulik-Haupt- und Radzylinder

2. ATE-Hydraulik-Prüfgeräte

ATE-Druckprüfer

Der ATE-Druckprüfer (Abb. 72) ist ein Gerät, mit welchem die in der Hydr. Bremse auftretenden Drücke gemessen werden. Er besteht im wesentlichen aus einem Niederdruck-Manometer (0 – 16 atü) und einem Hochdruck-Manometer (0 – 160 atü), die in einem Gehäuse montiert sind. Beide Manometer haben einen gemeinsamen Anschluss. Ein Regulier-Ventil schaltet bei einem Druck von ca. 14 atü den Niederdruck-Manometer ab. Höherer Druck kann am Hochdruck-Manometer abgelesen werden.

Anschluss-Armaturen, die für den Prüfvorgang mit dem Entlüfterventil ausgetauscht werden, sind auf der Rückseite unter einem hochklappbaren Deckel des Gerätes eingelegt. Die Gewinde dieser Abschlussarmaturen entsprechen selbstverständlich den Entlüfterventil-Gewinden. Somit ist die Verwendung des Druckprüfers in allen europäischen und amerikanischen Kraftfahrzeugen gewährleistet.

Handhabung des ATE-Druckprüfers

Zur Ermittlung des Vordruckes, des Umschaltdruckes von Stufenhauptzylindern (Niederdruck-Manometer) und des Leitungsdruckes (Hochdruck-Manometer) ist der ATE-Druckprüfer, wie nachfolgend beschrieben, an das hydr. Bremssystem anzuschliessen.

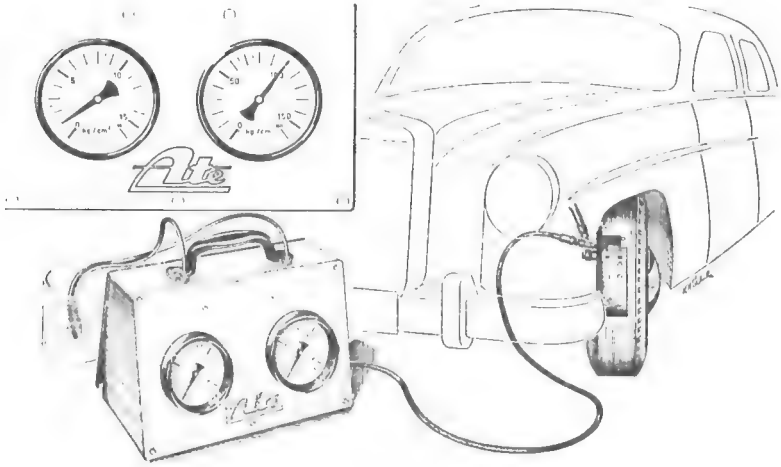


Abb. 72
ATE-Druckprüfer

Das Entlüfterventil des am günstigsten erreichbaren Radzylinders (z. B. linkes Vorderrad) ist herauszunehmen und durch eine entsprechende Anschlussarmatur auszutauschen. Auf die Anschlussarmatur ist unter Verwendung einer Cu-Dichtung das Zwischenstück aufzuschrauben und in dieses, ebenfalls unter Verwendung einer Cu-Dichtung, das Kupplungsstück einzuschrauben. Anschliessend wird das Kupplungsgegenstück am Zuleitungsschlauch des Druckprüfers mittels dessen Überwurfmutter mit dem Kupplungsstück verschraubt (Abb. 73). In der Praxis ist eine jeweilige Trennung des Zwischenstückes vom Kupplungsstück nicht notwendig.

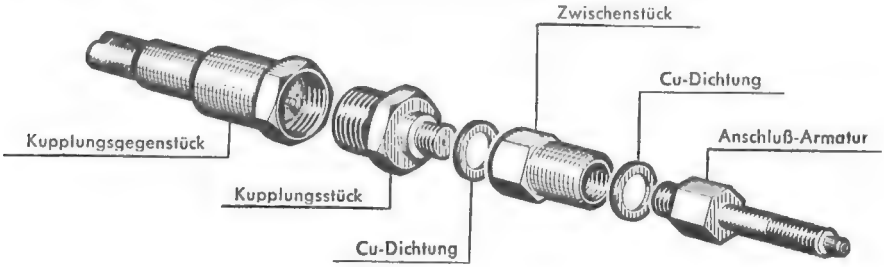


Abb. 73

Vor Erstinbetriebnahme des Gerätes ist, nachdem die Verbindung des Druckprüfers, wie oben beschrieben, mit der hydraulischen Bremsanlage des zu untersuchenden Fahrzeuges hergestellt wurde, die Zuleitung des Druckprüfers über die beiden am Druckprüfer vorhandenen Entlüfterventile zu entlüften. Zweckmässigerweise wird dabei zuerst das Entlüfterventil über dem Hochdruckmanometer und danach das Entlüfterventil über dem Niederdruckmanometer bedient. Wird beim Füllen und Entlüften das Füll- und Entlüftergerät (Abb. 74) und eine Pedalstütze verwendet, kann der Arbeitsvorgang von nur einer Person durchgeführt werden. Wird dagegen mit Pumpbewegung des Hauptzylinderkolbens entlüftet, so sind für den Entlüftervorgang zwei Personen erforderlich.

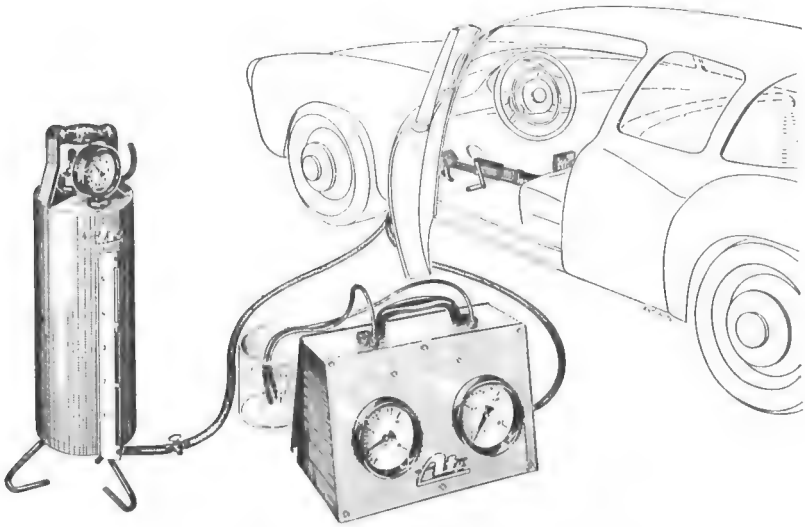


Abb. 74
ATE-Druckprüfer mit ATE Füll- und Entlüftergerät

Durch das eingebaute Ventil im Kupplungsgegenstück des Zuleitungsschlauches in Verbindung mit dem Ventil im Kupplungsstück ist nach durchgeführter Entlüftung der Zuleitung es nicht mehr notwendig bei jedem Prüfungsvorgang wieder zu entlüften.

Wird der Druckprüfer von der hydraulischen Bremsanlage des untersuchten Fahrzeuges wieder getrennt, ist es unbedingt erforderlich, sowohl auf das Kupplungsgegenstück des Zuleitungsschlauches als auch auf das Kupplungsstück selbst die entprechenden Schutzkappen aufzuschrauben.

Prüfen des Vordruckes

Nach mehrmaliger Betätigung des Bremspedals muss der Druckmesser (I) in der Lösestellung des Pedals einen Druck zwischen 0,5–1,2 kg/cm² anzeigen. Ist dies nicht der Fall, so kann

a) ein Defekt am Bodenventil oder Verschmutzung des Ventilsitzes die Ursache sein

b) die Druckfeder im Hauptzylinder erlahmt sein.

c) die Bremsanlage undicht sein.

Prüfen des Leitungsdruckes

Der Leitungsdruck wird gemessen, indem man mit der Pedalstütze, Abb. 75, das Bremspedal so stark nach unten drückt, dass der Druckmesser (II) max 100 kg/cm² zeigt. Der sich am Druckmesser (II) einstellende Druck kann innerhalb 10 min bis 10 % des ersten Anzeigewertes zurückgehen, muss aber dann in dieser Stellung konstant bleiben. Ist dies der Fall, so ist das Bremssystem dicht. Bei geringster Undichtigkeit wird der Zeiger des Druckmessers (II) absinken. In diesem Falle ist das Bremssystem genau auf vorhandene Leckstellen zu überprüfen. Der Schaden muss sofort behoben werden.

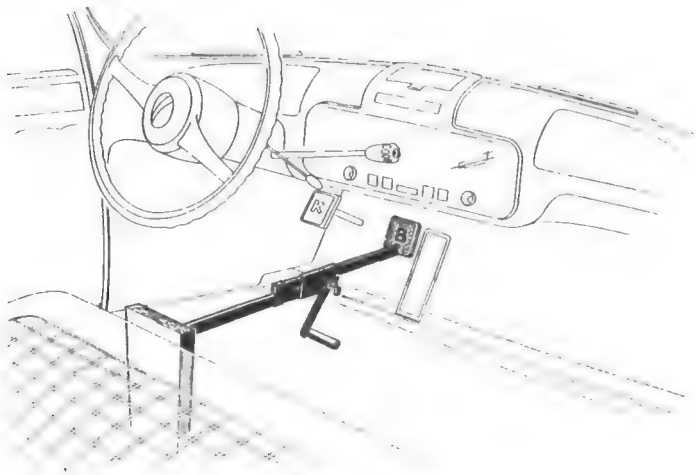


Abb. 75
Pedalstütze

Bremsenprüfgerät ARC 50 Typ C 2 RN (fahrbar) für 6 Liter Bremsflüssikeitsinhalt mit Spüler und Testometer

Auf Anforderung stellen wir Betriebsanleitung zur Verfügung.

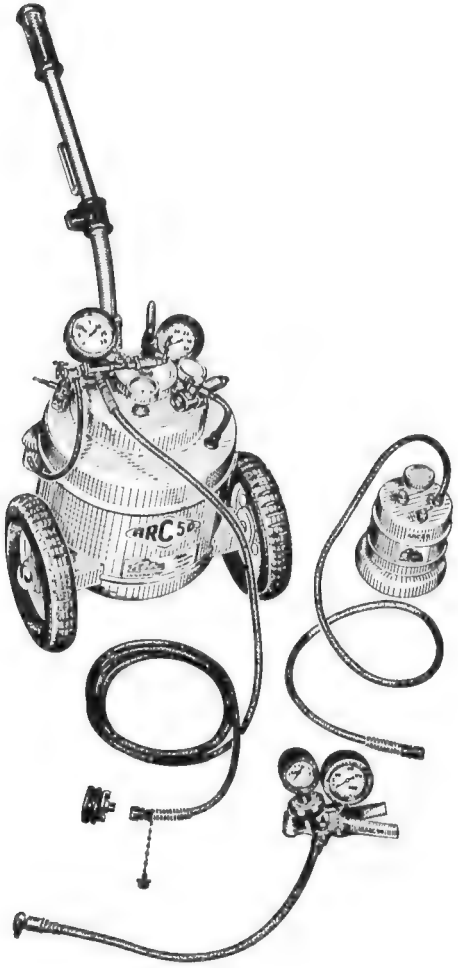


Abb. 76
Bremsenprüfgerät ARC 50

Hydrakup A-Prüfgerät

An beliebiger Stelle des Bremssystems, ohne dabei einen Verbraucher (Radzylinder) abzuschalten, werden einem Rohr der vorher bestimmte MK und das Prüfgerät angeschlossen. Ist der Motorwagen-Anschlußkopf in das Bremssystem eingebaut, kann geprüft werden, welches maximale Anhänger-Gesamtgewicht mit demselben bremsbar ist.

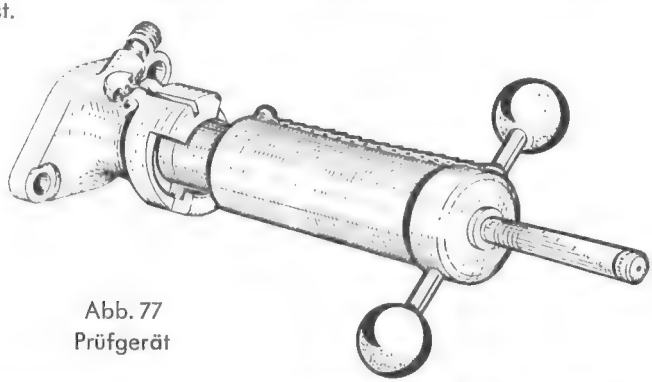


Abb. 77
Prüfgerät

Die Prüfung wird mit dem Hydrakup-Prüfgerät (Abb. 77), und zwar in nachstehender Reihenfolge, durchgeführt:

1. Radbremsen auf kleinstmögliches Backenspiel einstellen.
2. Bremssystem einwandfrei entlüften.
3. Die am besten zugängliche Entlüfterschraube nach Anschliessen des Entlüfterschlauches öffnen. Das lose Ende des Entlüfterschlauches in ein sauberes Gefäss führen.

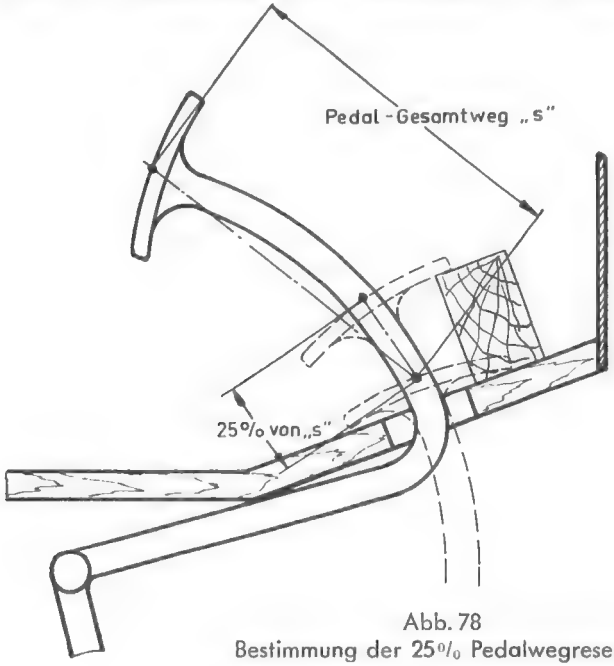


Abb. 78
Bestimmung der 25% Pedalwegreserve

4. Bremspedal bis zum Anschlag (Bodenbrett) durchtreten. Gleichzeitig den zurückgelegten Weg des Bremspedals an der Trittplatte messen. Von diesem Pedalweg 25 % abziehen und den Punkt markieren. (Holzstück zuschneiden, s. Abb. 78). Entlüfterventil vor dem Zurücknehmen des Pedals schliessen.
5. Deckel von der Hydrakup abnehmen und Prüfgerät auf die Ringkerbe „Ruhestellung" eingestellt einkuppeln. Den Stift an der Kette, welcher nur gegen Verdrehen beim Einkuppeln dient, herausziehen.
6. Durch Rechtsdrehen der Kugelgriffe Messkante des Prüfgerätes auf Ringkerbe „19" einstellen.
   Bremspedal kräftig durchtreten. Zeigt sich jetzt die Ringkerbe mit der Markierung „300 kg" und bleibt die Pedalwegreserve von 25 % erhalten, dann haben wir einen Prüfhub von 19 mm. In der Anwendungstabelle unter Mindesthub am Prüfgerät können jetzt das maximal bremsbare Anhänger-Gesamtgewicht, die dazugehörigen Bremsen und die Radzylinder-Ø abgelesen werden. Erreicht man diese Werte nicht, so muss der Versuch wiederholt werden. (Nächstkleinere Markierung 14, 12 usw. einstellen. (Abb. 79).

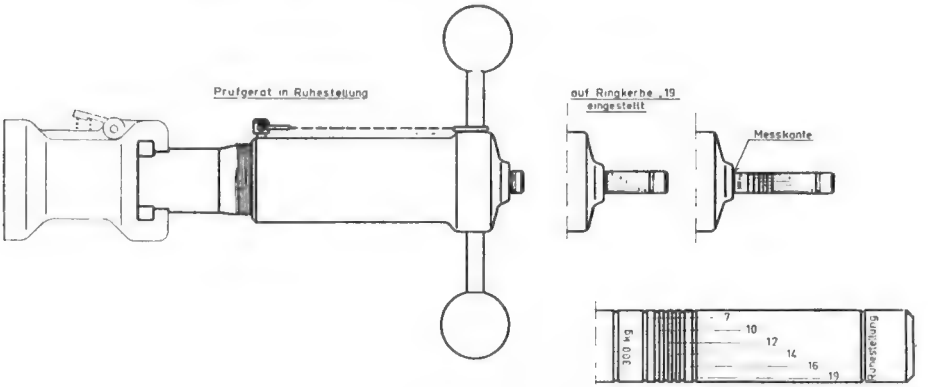


Abb. 79
Prüfgerät

Die Zahlen 7 bis 19 am Messbolzen geben den Abstand zwischen der Ringkerbe 300 kg und den einzelnen Ringkerben in Millimeter an. Man kann auch mit der Schieblehre das Heraustreten des Messbolzens messen.

7. Erscheint bei Einstellung auf der Markierung "7" die 300 kg Marke nicht, dann ist das Volumen des Hauptzylinders nicht ausreichend die Hydrakup zu betätigen. Es muss entweder der Bremspedalweg verstellt werden (sofern dies möglich ist), oder ein grösserer Hauptzylinder eingebaut werden.

Prüfung der Gasfüllung von Druckölspeichern.

Die Überwachung und evtl. Ergänzung der Gasfüllung von Druckölspeichern wird am sichersten mit dem Gasfüllgerät (Abb. 80) durchgeführt. Vor dem Aufsetzen des Füllgerätes muss die Ölseite des Speichers drucklos sein, damit das Gas den gesamten Speicherraum einnehmen kann, und das Prüfergebnis nicht verfälscht wird. Sodann kann das Gerät mit bis zum Anschlag herausgedrehter Gewindespindel auf

das Gasfüllventil des Speichers aufgeschraubt werden. Durch Rechtsdrehen der Gewindespindel wird das Rückschlagventil des Gasfüllventiles aufgestossen, und das Manometer zeigt den Druck im Speicher an. Muss der Speicher nachgefüllt werden, so lässt man durch kurzes Öffnen des Absperrhahnes an der Pressluftflasche, etwas Gas einströmen. Zu grosse Gasfüllung kann über das Ablassventil des Füllgerätes reduziert werden.

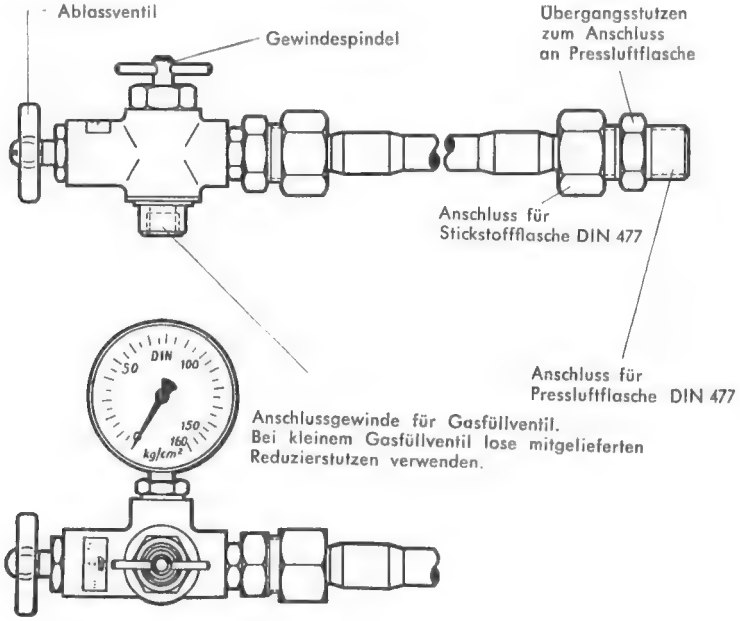


Abb. 80
Gasfüllgerät für Druckölspeicher

Vor dem Abnehmen des Gasfüllgerätes muss die Gewindespindel wieder vollkommen zurückgedreht werden, damit das Rückschlagventil im Gasfüllventil des Speichers schliessen kann.

3. Füllen und Entlüften der hydraulischen Bremsanlage mit dem ATE Füll- und Entlüftergerät

Zum Füllen und Entlüften nur ATE BLAUE ORIGINAL BREMSFLÜSSIGKEIT verwenden

Bei Reparaturen an der hydraulischen Bremsanlage muss das sonst geschlossene System geöffnet werden. Dies hat zur Folge, dass ausser dem teilweisen Verlust von Bremsflüssigkeit auch Luft in das Leitungsnetz eindringt. Es wird also nach beendigter Reparatur Bremsflüssigkeit nachgefüllt, und als wesentlichstes muss die eingedrungene Luft aus dem Leitungssystem entfernt werden.

Hierzu ist das Füll- und Entlüftergerät Abb. 81 entwickelt worden. Es findet in folgender Weise bei allen hydraulischen Bremsen seine Anwendung:

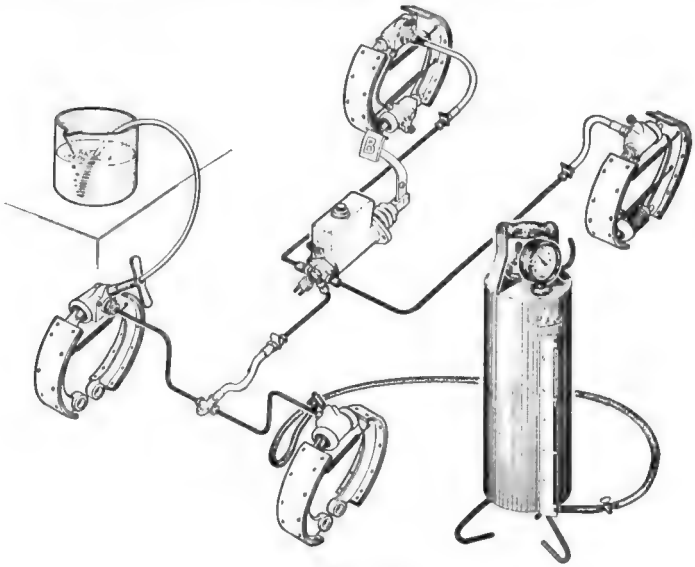


Abb. 81
ATE Füll- und Entlüftergerät

Nachdem der Behälter des Gerätes mit ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit (3–4 Ltr.) gefüllt ist, schliesst man den Luftschlauch der Hausleitung oder die Luftpumpe an das Schlauchventil an. In den nun noch freien Raum im Behälter wird Druckluft gepumpt, dessen Druck 2,2 kg/cm² nicht überschreiten soll. Das Gerät ist damit betriebsbereit. Den Zuleitungsschlauch des Gerätes durch den Expressnippel an ein Entlüfterventil des Bremssystems anschliessen und das Entlüfterventil durch Linksdrehung öffnen. Absperrhahn im Zuleitungsschlauch öffnen, bis der Nachfüllbehälter am Hauptzylinder genügend Bremsflüssigkeit enthält. Bremspedal um etwa 2–3 cm niederdrücken und durch Pedalstütze in dieser Stellung festklemmen.

Im Bremssystem enthaltene Luft an allen vorhandenen Entlüftungsstellen nacheinander ablassen. Hierzu nach dem Abnehmen der Staubkappe den Entlüftungsschlauch über das Ventilende stülpen und das freie Ende in ein sauberes Gefäss hängen. So lange entlüften, bis ganz klare, luftfreie Bremsflüssigkeit herausströmt. Dann Entlüfterventil festziehen, Staubkappe aufsetzen.

Abgezapfte Bremsflüssigkeit nicht wieder verwenden!

4. Entlüften mit dem Hauptzylinder

Hat man das Füll- und Entlüftergerät nicht zur Verfügung, und ist durch irgend einen Umstand Luft in das Leitungsnetz gedrungen, so kann man auch mit dem Hauptzylinder entlüften.

Zuerst überprüft man den Flüssigkeitsstand im Ausgleichbehälter.

Dieser muss mindestens bis 1 – 2 cm vom oberen Rand gefüllt sein. Nun schliesst man den Entlüfterschlauch an den am weitesten vom Hauptzylinder entfernten Radzylinder an, leitet das Ende des Schlauches in ein sauberes, mit Bremsflüssigkeit zur Hälfte gefülltes Gefäss (Abb. 82). Durch Linksdrehung öffnet man das Entlüfterventil, tritt das Bremspedal kräftig durch, schliesst das Entlüfterventil, um zu vermeiden, dass Luft über dasselbe angesaugt wird und lässt das Bremspedal langsam zurückkommen. Diesen Vorgang wiederholt man so oft, bis blasenfreie Bremsflüssigkeit am Schlauchende austritt, an allen im Leitungsnetz enthaltenen Entlüfterschrauben.

Die Entlüfterschraube darf erst bei ganz durchgetretenem Bremspedal geschlossen werden.

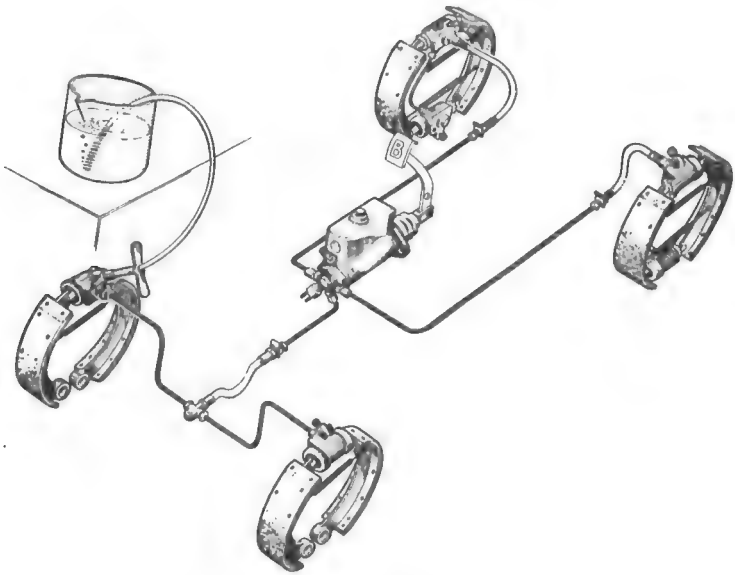


Abb. 82
Entlüften mit dem Hauptzylinder

Beim Entlüften Flüssigkeitsstand im Ausgleichbehälter beobachten. Die Ausgleichbohrung muss immer mit Flüssigkeit bedeckt sein, da sonst neue Luft angesogen und der Vorgang endlos würde.

Bei langen, weitverzweigten Leitungen empfiehlt sich folgendes: Bevor eine der Entlüfterschrauben erstmalig geöffnet wird, ist mit dem Bremspedal so lange zu

pumpen, bis ein kräftiger Widerstand sich bemerkbar macht und in dieser Position zu halten, während von einer zweiten Person die betreffende Entlüfterschraube ein wenig geöffnet wird. Nach Öffnen des Entlüfterventils wird das Bremspedal stossartig bis zum Anschlag weiter betätigt. Das Austreten der Flüssigkeit an der Entlüfterschraube wird damit stark gedrosselt, wodurch sich die Luft besonders wirksam entfernen lässt. Alsdann kann die Entlüfterschraube immer mehr geöffnet werden, und es kann auch das angeführte Pumpen mit dem Bremspedal einsetzen, bis aus dem Entlüfterschlauch keine Luft mehr austritt. So ist an jeder Entlüfterstelle zu verfahren.

Abgezapfte Bremsflüssigkeit nicht wieder verwenden!

5. Inbetriebnahme, Füllen und Entlüften des Tandem-Hauptzylinders

Zur Inbetriebnahme des Tandem-Hauptzylinders werden die **beiden Kammern** (C) und (C') des Ausgleichbehälters mit ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit gefüllt. Das Füllen des Systems kann so vorgenommen werden, dass man entweder beide Kreise gleichzeitig oder nacheinander mit dem Tandem-Hauptzylinder pumpend entlüftet. Es ist zweckmässig, den Zwischenkolben-Kreis (D' Abb. 21) zuerst zu entlüften. Dabei ist die Entlüftung am Entlüfterventil je eines Radzylinders von jedem Kreis beginnend usw. oder an allen Entlüfterventilen der Radzylinder nacheinander vorzunehmen. An jeder Entlüftungsstelle ist der Vorgang folgender: Man entfernt die Verschlusskappe am Entlüfterventil des ersten Radzylinders, schliesst den Entlüfterschlauch an und öffnet mittels des Entlüfterschlüssels das betreffende Entlüfterventil.

Nun pumpt man durch wiederholtes Niedertreten des Bremspedals Bremsflüssigkeit durch die Leitung in ein bereitgestelltes Glasgefäss. Dabei ist zu beachten, dass Bremsflüssigkeit rechtzeitig in den Ausgleichbehälter nachgefüllt wird, da sonst Luft angesaugt und der Vorgang nie zu Ende gehen würde. Das Pumpen muss so lange durchgeführt werden, bis die Bremsflüssigkeit luftfrei austritt. Sodann ist das Entlüfterventil festzuziehen, der Entlüfterschlauch abzunehmen und die Verschlusskappe wieder aufzusetzen. In gleicher Weise wird an den anderen Radzylindern entlüftet.

Beim Entlüften ist zu beachten, dass

- der Behälter für das Auffangen der Flüssigkeit möglichst hochzustellen ist,
- das Entlüfterventil erst geschlossen wird, wenn das Bremspedal ganz durchgetreten ist,
- das Bremspedal schnell, stossartig-abwärts, jedoch langsam zurückbewegt wird.

Die Entlüftung geschieht jedoch am zweckmässigsten mit dem ATE Füll- und Entlüftergerät. Beim Entlüften ohne Füll- und Entlüftergerät, also mittels Bremspedal, müssen beide Ausgleichbehälter vor Beginn mit ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit gefüllt sein, um zu verhindern, dass ein Kolben des Tandem-Hauptzylinders trocken betätigt wird. Durch die Bewegung des Kolbens im trockenen Zustand kann die Sekundärmanschette in der Halterung verändert und beschädigt werden, wodurch der Kolben sich festklemmen kann. Es ist darauf zu achten, dass bei Tandem-Hauptzylindern mit verschieden grossem Hub die Kammer mit dem kurzen Hub mit den kleineren Radzylindern, die Kammer mit dem langen Hub mit dem grösseren Radzylindern verbunden wird.

6. Füllen und Entlüften der hydraulischen Bremsanlage von Motorrädern

Für hydraulische Bremsanlagen von Motorrädern mit oder ohne Seitenwagen ist ein kleineres Füll- und Entlüftergerät entwickelt worden (Abb. 83 und 84). Es wird bis zu ²/₃ (ca. ¹/₂ Ltr.) seines Inhaltes mit ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit gefüllt. In den noch freien Raum im Behälter wird Druckluft gepumpt, dessen Druck 2,2 kg/cm² nicht überschreiten soll.

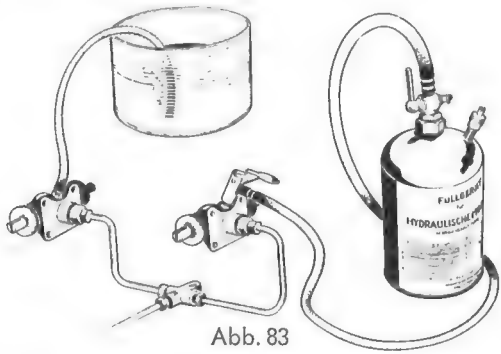


Abb. 83
ATE Füll- und Entlüftergerät

Füllen und Entlüften der Bremsanlage mit Druck-Hauptzylinder

Zuleitungsschlauch des Gerätes durch den Expressnippel an ein Entlüfterventil anschliessen. Entlüfterventil durch Linksdrehen öffnen. Absperrhahn im Zuleitungsschlauch öffnen, bis der Nachfüllbehälter am Hauptzylinder genügend Bremsflüssigkeit enthält. Bremspedal um etwa 2 bis 3 cm niederdrücken und in dieser Stellung halten.

Im Bremssystem enthaltene Luft an allen vorhandenen Entlüftungsstellen nacheinander ablassen. Hierzu nach dem Abnehmen der Staubkappe den Entlüftungsschlauch über das Ventilende stülpen und das freie Ende in ein sauberes Gefäss hängen. Entlüfterventil öffnen und so lange entlüften, bis ganz klare, luftfreie Bremsflüssigkeit ausströmt. Dann Entlüfterventil festziehen, Staubkappe aufsetzen. setzen.

An Entlüfterventil abgezapfte Bremsflüssigkeit nicht wieder verwenden!

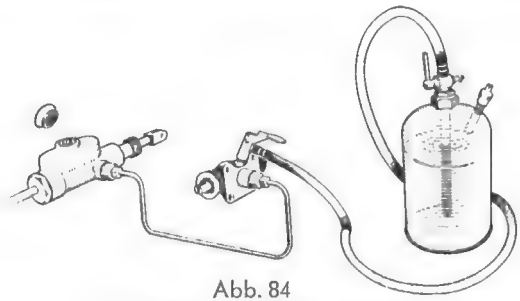


Abb. 84
ATE Füll- und Entlüftergerät

Füllen und Entlüften der Bremsanlage mit Zug-Hauptzylinder ohne Bodenventil (Abb. 85)

Die hydraulische Bremsanlage für Seitenwagen wird entlüftet mit dem Füll- und Entlüftergerät (5 Liter Inhalt) oder mit dem Entlüftergerät (1/2 Liter Inhalt). Auf Grund der Zug-Hauptzylinder-Konstruktion kann die Entlüftung der Bremsanlage nur mit den vorstehenden Geräten durchgeführt werden.

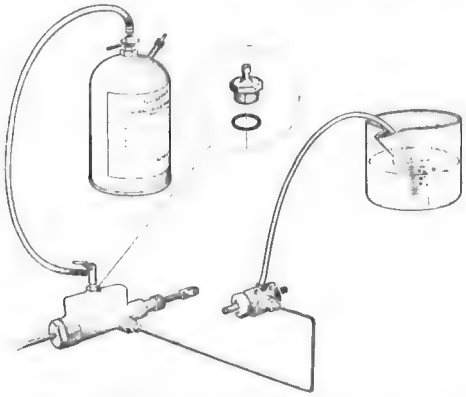


Abb. 85
ATE Füll- und Entlüftergerät

Die Druckluft von 2,2 atü soll erst kurz vor dem Entlüftungsvorgang aufgefüllt werden. Ferner dürfen Entlüftergeräte nicht geschüttelt werden, da sonst die Luft mit der Bremsflüssigkeit vermengt wird. Vor dem Entlüften ist mit der Prüfnadel die Ausgleichbohrung nachzuprüfen. Anschliessend wird die Verschraubung des Zug-Hauptzylinders durch den Entlüfterstutzen ersetzt und daran das Entlüftergerät angeschlossen. Durch den Entlüfterschlauch, der an die Entlüfterschraube des Seitenwagen-Radzylinders angebracht wird, lässt man solange Bremsflüssigkeit in ein sauberes z. T. mit Bremsflüssigkeit gefülltes Gefäss ausfliessen, bis sich keine Luftblasen mehr zeigen. Die Entlüfterschraube wird zugedreht und der Zylinder mit der Verschraubung verschlossen. Der Flüssigkeitsspiegel im Zug-Hauptzylinder soll beim unteren Gewindegang der Verschraubung stehen.

Füllen und Entlüften der Bremsanlage mit Hauptzylinder ohne Nachlaufbohrung

Zum Füllen und Entlüften von Bremsanlagen mit Druckhauptzylinder ohne Nachlaufbohrung, (Abb. 86) die in folgenden Fahrzeugen eingebaut sind:

BMW Isetta und 600, DKW RT 350 S, Goggomobil alle Typen,
Heinkel-Kabine, NSU Prinz I und II, Zündapp-Janus,

verwendet man nach Bedarf entweder das Füll- und Entlüftergerät mit 5 Ltr.-Inhalt und Fülldruckkontrolle sowie Bremsflüssigkeits-Verbrauchsmesser, oder das 1/2 Ltr.-Gerät ohne Kontrolleinrichtungen.

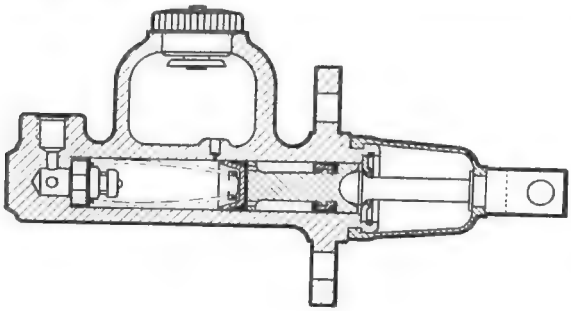


Abb. 86
Druck-Hauptzylinder
ohne Nachlaufbohrung

Zum Füllen und Entlüften ist es notwendig, den Hauptzylinderkolben in Mittelstellung zu bringen, wozu man zweckmässigerweise eine Pedalstütze verwendet. Die Hauptzylinder-Verschraubung wird durch einen entsprechenden Entlüfterstutzen ersetzt und auf diesen der Expressnippel des Entlüftergerätes aufgesteckt. (Abb. 87) Der Fülldruck darf 2,2 kg/cm² nicht überschreiten. Beim 1/2 Ltr.- Füll- und Entlüftergerät, das über kein eingebautes Manometer verfügt, ist am Manometer des Reifenfüllschlauches die Einhaltung des maximalen Fülldruckes zu kontrollieren. Die Bremsflüssigkeit wird über Ausgleichsbohrung, Füllbohrungen im Hauptzylinder-Kolben und Primär-Manschette in das Bremssystem gedrückt. Das Bremssystem wird in der gleichen Weise wie auf Seite 70 oben beschrieben, entlüftet.

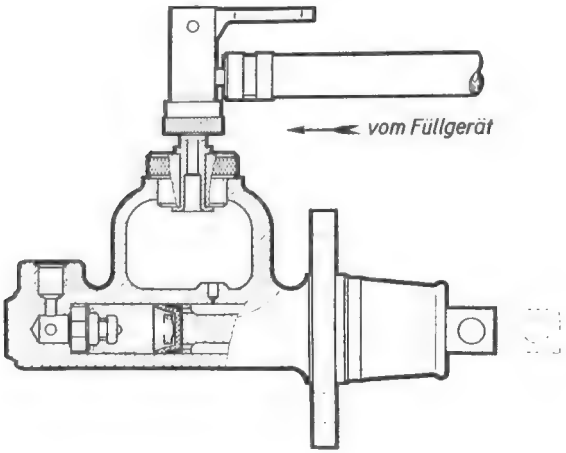


Abb. 87
Mittelstellung zum Füllen

7. Lagerung der Gummiformteile, Rad- und Hauptzylinder, sowie Bremsschläuche

Bremsenteile aus Gummi, die sich nicht in Betrieb befinden, sind atmosphärischen Einflüssen unterworfen und können nach zu langer Lagerzeit unbrauchbar werden. Aus diesem Grunde ist es notwendig, der Lagerung der Gummiteile besondere Beachtung zu schenken.

Gummiformteile, montierte Rad- und Hauptzylinder, sowie Bremsschläuche sollen staubfrei in kühlen und trockenen Räumen gelagert werden. Auf keinen Fall dürfen sie der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sein.

Montierte Rad- und Hauptzylinder sollen nicht länger als 6 Monate gelagert werden, dagegen Gummiformteile (Manschetten, Schutzkappen, Sitzringe usw.) nicht länger als 12 Monate. Bei Bremsschläuchen vermeide man eine längere Lagerzeit als 18 Monate.

Montierte Rad- und Hauptzylinder, die länger als 6 Monate lagern, sind zu demontieren, in Spiritus zu reinigen, zu trocknen, leicht mit ATE-Bremszylinder-Paste einzufetten und zu montieren. Verlagerte und verhärtete Gummiformteile sind durch neue Gummiteile zu ersetzen.

8. Reinigung des Bremssystems

Man reinige die hydraulische Bremsanlage mit Bremsflüssigkeit oder Spiritus. Ein Durchspülen ohne anschliessende Demontage des Hauptzylinders und der Radzylinder ist nicht zu empfehlen, da schwere Schmutzteilchen nicht durch die hochgelegene und labyrinthmässig abgeschlossene Öffnung der Entlüfterschraube ausgespült werden können. Sämtliche Rohrleitungen und Bremsschläuche müssen nach dem Spülen mit Spiritus anschliessend mit wasserfreier, gefilterter Druckluft durchgeblasen werden.

Auf jeden Fall ist eine Reinigung mit **Benzin, Benzol, Petroleum** und allen **mineralischen Ölen und Fetten** sowie **Trie,** zu unterlassen, weil selbst die geringsten Spuren dieser Stoffe die Gummiteile angreifen und zum Quellen bringen.

Beim Auseinandernehmen und Reinigen der Hauptzylinder und Radzylinder dürfen keine Schaber und Schraubenzieher benutzt werden. Es ist bei der Reinigung der Zylinder darauf zu achten, dass keine Beschädigung der Zylinderbohrung, Sitz des Bodenventils und Kolbens durch ungeeignete Werkzeuge entstehen.

Nach dem Reinigen des Bremssystems mit Spiritus ist die Bremsanlage möglichst sofort wieder zu montieren und mit Bremsflüssigkeit zu füllen, um Korrosionserscheinungen durch Luftfeuchtigkeit in den Zylinderbohrungen und Bremsleitungen zu verhüten.

9. Störungen und deren Abhilfe

Störung	Ursache	Abhilfe
Bremspedalweg ist so gross geworden, dass Pedalplatte am Bodenblech zur Anlage kommt.	Abgenutzte Bremsbeläge.	Bremsen nachstellen, nicht am Bremspedal nachstellen.
Bremspedal findet keinen Widerstand, sondern lässt sich weit und federnd durchtreten.	Luft im System. Zu wenig Flüssigkeitsvorrat im Ausgleichbehälter.	Entlüften. Bremsflüssigkeit ergänzen und entlüften.
Trotz nachgestellter und entlüfteter Bremse lässt sich Bremspedal durchtreten, es wird aber keine Bremswirkung erreicht.	Bodenventil im Hauptzylinder ist beschädigt oder Sitz des Ventils verschmutzt.	Bodenventil austauschen, Ventilsitz reinigen, keine scharfkantigen Werkzeuge benutzen.
Bremswirkung erst bei mehrmaligem Niedertreten des Bremspedals, trotz Auswechseln des Bodenventils.	Luft im System. Sitz des Bodenventils verschmutzt. Hz-Druckfeder evtl. erlahmt.	Entlüften. Bodenventilsitz reinigen, keine scharfkantigen Werkzeuge benutzen. Hz-Druckfeder erneuern.

Störung	Ursache	Abhilfe
Die Bremse lässt nach und das Bremspedal lässt sich kurze Zeit nach dem Einstellen durchtreten.	Undichte Leitungen oder beschädigte bzw. unbrauchbare Manschetten in Haupt- od. Radzylinder.	Die Leitung muss abgedichtet werden, beschädigte Manschetten sind zu erneuern.
Bremsen erhitzen sich während der Fahrt.	Ausgleichbohrung im Hauptzylinder verstopft.	Ausgleichbohrung des Hauptzylinders reinigen.
	Zu wenig Spiel zwischen Bremspedal und Hauptzylinderkolben.	Bremspedal einstellen.
	Bremsbacken-Rückzugfedern erlahmt.	Neue Rückzugfedern einbauen.
	Gummiteile durch Verwendung ungeeigneter Flüssigkeiten gequollen.	Flüssigkeit ablassen, alle Gummiteile ausbauen, Anlage mit Spiritus gut durch spülen, neue Gummiteile einschliesslich Bodenventil, Ventilsitzring und Bremslichtschalter.
Trotz sehr hoher Fusskraft schlechte Bremswirkung.	Bremsbelag durch undichte Simmeringe verölt.	Radnaben und Achsschenkel neu abdichten, Bremsbeläge erneuern (das Abwaschen verölter Beläge mit Benzin oder Petroleum, bzw. das Abbrennen verölter Beläge bringt keine Abhilfe, da derartige behandelte Beläge während des Bremsvorganges immer wieder Schmiermaterial ausscheiden).
	Ungeeignete Beläge.	Andere Belagqualität (Achsweise)
Bremse zieht von selbst an.	Ausgleichbohrung im Hauptzylinder ist verstopft Dieser Fall kann eintreten durch gequollene Manschette, Verwendung ungeeigneter Flüssigkeit oder Veränderung des Bremspedalanschlages.	Ausgleichbohrung mit einem 0,5 mm feinen Draht reinigen, Bremsleitung gut mit Spiritus durchspülen, neue Manschette einsetzen, Bremsflüssigkeit einfüllen, Anschlag des Bremspedals nachprüfen und richtig einstellen, damit die Ausgleichbohrung im Ruhestand der Bremse frei ist.

Störung	Ursache	Abhilfe
Bremsen ziehen ungleichmässig.	Unrunde Bremstrommeln.	Bremstrommeln ausschleifen bzw. ausdrehen. Massangaben des Fahrzeugherstellers beachten. Evtl. Trommeln erneuern.
	Schlechte Bereifung.	Abgefahrene Reifen auswechseln.
	Bremse verölt.	Verölte Bremsbeläge erneuern. Die Erneuerung muss an allen Bremsen, mindestens aber achsweise, erfolgen, damit gleichmässige Reibeverhältnisse herrschen.
	Bremsschild lose.	Fest anziehen.
	Bremstrommeln schlagen.	Bremstrommeln ausrichten
Bremsen rattern und neigen zum Blockieren.	Bremsbeläge sind an den Enden nicht abgeschrägt.	Bremsbeläge abschrägen.
	Vorstehende Belagnieten. Schlagende Bremstrommeln.	Bremsbeläge erneuern oder neu vernieten.
		Trommeln ausdrehen oder erneuern.
	Bremsbacken-Rückzugfedern zu schwach.	Rückzugfedern erneuern.
Quietschende Bremsen.	Unrunde Bremstrommeln.	Ausdrehen bzw. ausschleifen.
	Schlagende Bremstrommeln.	Bremstrommeln erneuern.
	Schlecht eingestellte Bremsen.	Bremsen einwandfrei nachstellen.
	Eingedrungener Schmutz, Staub, Belagende nicht abgeschrägt.	Bremsen reinigen. Beläge abschrägen.
	Lose Belagnieten.	Neu vernieten, evtl. neu belegen.
Trotz leichter Fusskraft aggressive Bremsen.	Bremsen falsch eingestellt.	Bremsen einwandfrei nachstellen.
	Bremsschild lose.	Fest anziehen.

D. HYDRAULISCHE BETÄTIGUNGEN

1. Hydraulische Kupplungsbetätigung

Die guten Erfahrungen der hydraulischen Kraftübertragung zu den Bremsen haben den naheliegenden Gedanken reifen lassen, auch die Kupplung auf hydraulischem Weg zu betätigen. Die Anwendung der hydraulischen Kupplungsbetätigung (Abb. 116) hat Berechtigung besonders bei Verwendung von Heck- oder Unterflurmotoren. Aber auch bei Frontmotoren bietet sie folgende Vorteile:

- Durch die Überbrückung vom Chassis zum elastisch gelagerten Block durch den Druckschlauch kann im Augenblick des Einkuppelns eine entgegengesetzte Schwingung die Kupplung nicht zum Rupfen bringen. Die Kupplung gehorcht unbedingt dem Pedal-Impuls,
- die Verlegung der Druckleitung kann ohne Rücksicht auf die Richtung in verdeckten Kanälen – Rahmenhohlräumen – vorgenommen werden,
- der von Anfang an gute Wirkungsgrad bleibt auf lange Betriebsdauer bestehen,
- es ist keine besondere Wartung notwendig.

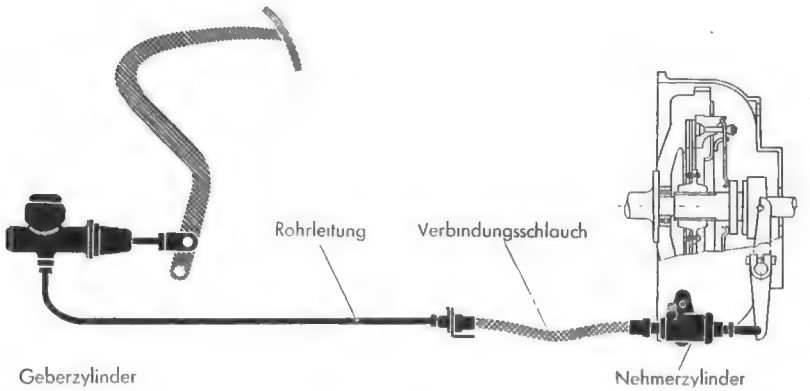


Abb. 116
Hydraulische Kupplungsbetätigung

Der Geberzylinder (Abb. 117) entspricht dem Aufbau nach dem Hauptzylinder der hydraulischen Bremse, besitzt jedoch kein Bodenventil, wodurch ein rasches Zurückfliessen der Flüssigkeit und damit ein rasches Zurückgehen des Kupplungs-Ausrückhebels erreicht wird.

Eine weitere Ausführung ist der Geberzylinder mit Kippventil (Abb. 118). Zur Demontage des Geberzylinders mit Kippventil ist der Kippventileinsatz über den Nachfüllbehälter (Steckschlüssel) vor dem Kolben zu entfernen.

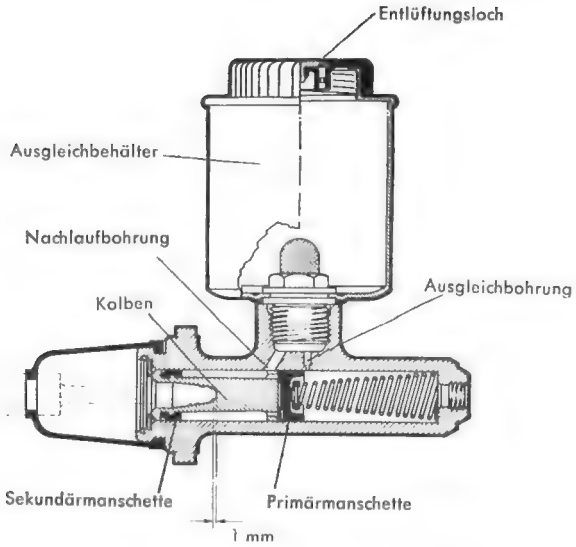


Abb. 117
Kupplungsgeberzylinder ohne Kippventil

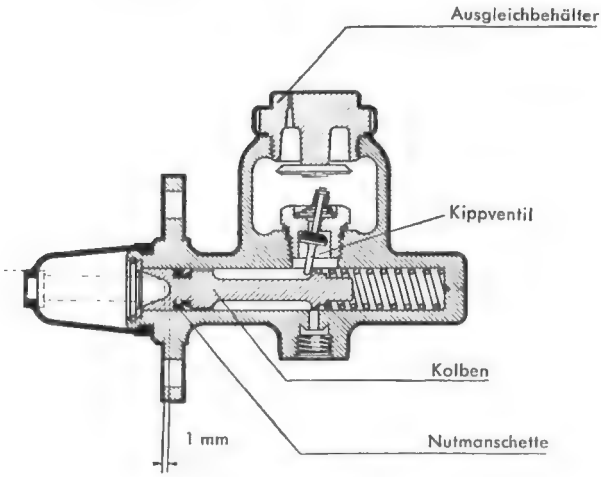


Abb. 118
Kupplungsgeberzylinder mit Kippventil

Der Nehmerzylinder (Abb. 119) hat die Aufgabe, die im Geberzylinder erzeugte Kraft auf den Kupplungs-Ausrückhebel zu übertragen. Er besteht aus dem Gehäuse, dem Kolben, dem Druckbolzen, der als verstellbares Verbindungsglied zwischen Kolben und Kupplungs-Ausrückhebel dient und dem an der höchsten Stelle eingeschraubten Entlüfterventil.

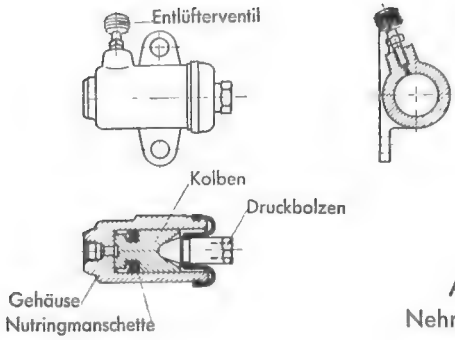


Abb. 119
Nehmerzylinder

Der Ausgleichbehälter kann entweder auf den Geberzylinder aufgeschraubt werden, er kann angegossen sein oder, wenn der Geberzylinder an einer schlecht zugänglichen Stelle montiert ist, getrennt liegen. Er wird dann an der Spritzwand oder einer anderen geeigneten Stelle befestigt und durch eine Rohrleitung mit dem Geberzylinder verbunden.

Einbau

Der Fusshebelweg am Geberzylinder soll beiderseitig durch einen Anschlag begrenzt sein. Der erste Anschlag soll ein zu weites Durchtreten der Kupplung und damit verbundene Beschädigungen verhindern. Der zweite Anschlag soll das Spiel zwischen Kolben und Kolbenstange begrenzen. Dieses Spiel soll 1,0 mm betragen.

Die Anlagefläche bzw. die Halterung, an der der Nehmerzylinder anliegt, muss so ausgebildet sein, dass die gesamte Kupplungs-Ausrückkraft als Reaktionskraft aufgenommen werden kann. Der Ausrückhebel der Kupplung muss das vorgeschriebene Spiel haben. Das Entlüfterventil muss an der höchsten Stelle liegen.

Füllen und Entlüften

Es ist nur ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit zu verwenden.
Am zweckmässigsten füllt und entlüftet man

a) mit dem ATE Füll- und Entlüftergerät (Abb. 120)
- Behälterverschraubung am Geberzylinder und Entlüfterventil am Nehmerzylinder durch Linksdrehen öffnen.
- Expressnippel des betriebsbereiten Entlüftergerätes (2,2 kg/cm² Druckluft) am Entlüfterventil des Nehmerzylinders anschliessen.
- Absperrhahn am Schlauch des Entlüftergerätes öffnen und so Nachfüllbehälter des Geberzylinders füllen.

b) mit dem Geberzylinder (Abb. 121)
(Nur möglich, wenn ein Bodenventil eingebaut ist)
- Ausgleichbehälter mit ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit füllen.
- Entlüfterschlauch an das Entlüfterventil des Nehmerzylinders anschliessen und

das Schlauchende in ein sauberes zum Teil mit Bremsflüssigkeit gefülltes Gefäss leiten.

- Entlüfterventil am Nehmerzylinder öffnen, Fusshebel durchtreten und festhalten, Entlüfterventil schliessen, Fusshebel zurücklassen.
- Einige Male Kupplungspedal hart antreten und zurückschnellen lassen. Diesen Vorgang solange wiederholen bis der vorgeschriebene Weg am Nehmerzylinder gemessen wird.

Bei der Montage des Nehmerzylinders (bzw. während des Betriebes) ist auf folgendes zu achten:

- Zwischen dem einstellbaren Druckbolzen des Nehmerzylinders und dem Kupplungs-Ausrückhebel muss das für die Kupplung vorgeschriebene Spiel, das durch die Kupplungshebel-Übersetzung entsprechend verändert ist, eingehalten werden. Der Ausrückweg, der Abnützungsweg sowie das Kupplungsspiel wird für jede Kupplung von der Kraftfahrzeug-Herstellerfirma angegeben. Der am Druckbolzen einzustellende Wert ist durch Multiplizieren mit der Kupplungshebel-Übersetzung $\frac{a_1}{b_1}$ zu ermitteln (Abb. 122). Eine Rückzugfeder muss dafür sorgen, dass der Ausrückhebel am Druckbolzen und dieser am Kolben der Nehmerzylinder anliegt. Bei Abnutzung des Kupplungsbelages wandert der Ausrückring von der Kupplung weg nach rechts, der Angriffspunkt des Druckbolzens nach links. Es muss deshalb von Zeit zu Zeit, entsprechend der Belagabnutzung der Druckbolzen gekürzt werden.

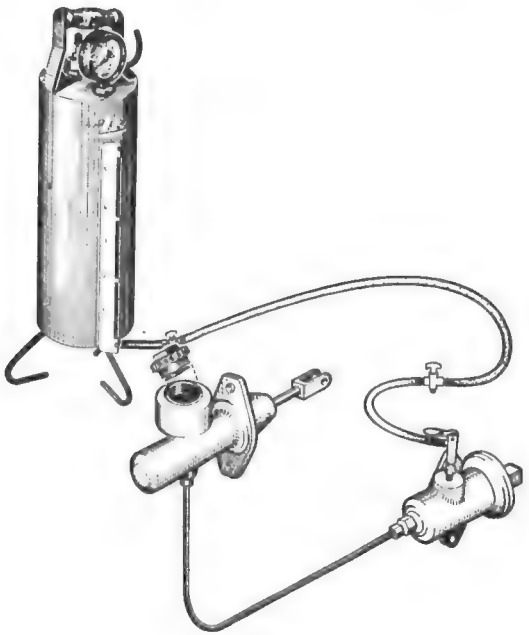


Abb. 120
Füllen und Entlüften mit dem ATE Füll- und Entlüftergerät

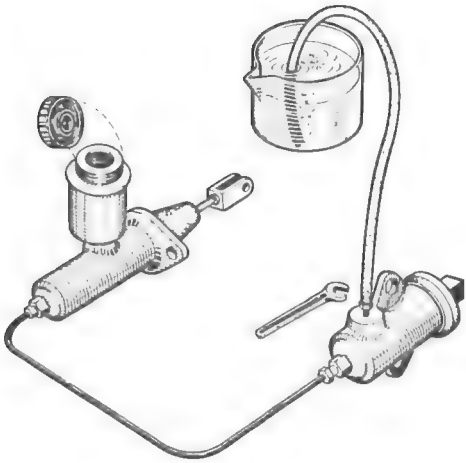


Abb. 121
Füllen und Entlüften mit dem Geberzylinder

Berechnungsgrundlagen

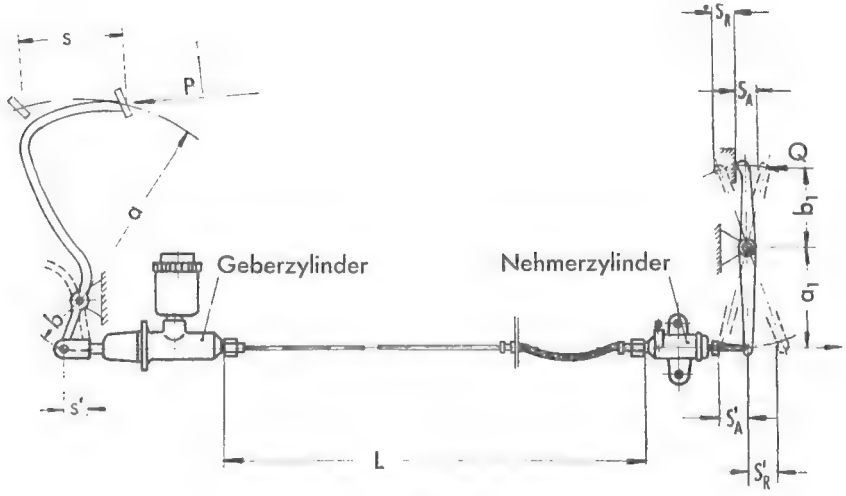


Abb. 122
Berechnungs-Schema der Hydr. Kupplungsbetätigung

Benennung	Formelzeichen	Einheit
Leitungslänge	L	mm
Ausrückkraft	Q	kg
Ausrückkraft	Q'	kg
Ausrückweg	s_R	mm
Ausrückweg	s'_R	mm
Abnutzungsweg	s_A	mm
Abnutzungsweg	s'_A	mm
Fusskraft	P_F	kg
Fussweg	s	mm
Kolbenweg im Geberzylinder	s'	mm
Fläche Geberzylieder	F_G	cm²
Fläche Nehmerzylinder	F_N	cm²
Kupplungshebel-Übersetzung	$i_1 = \frac{a_1}{b_1}$	
Fusshebel-Übersetzung	$i = \frac{a}{b}$	
hydr. Wirkungsgrad	$\eta^h \approx 0{,}95$	
mech. Wirkungsgrad	$\eta^m \approx 0{,}85$	
Leitungsdruck	$p^{ü}$	kg/cm²

Kräfteverhältnis

Leitungsdruck $$p_{ü} = \frac{Q' \cdot \gamma_i}{F_N} \quad (kg/cm^2)$$

Fusskraft $$P_F = \frac{p_{ü} \cdot F_G}{\gamma_i m \cdot \gamma_i h \cdot i} \quad (kg)$$

Wegverhältnisse

Geberzylinder-Kolbenweg $$s' = \frac{s'_R \cdot F_N}{F_G} + 3 \quad (mm)$$

Fussweg $$s = s' \cdot i \quad (mm)$$

2. Hydraulische Kraftstoffregulierung

Die hydraulische Kraftstoffregelung (Abb. 123) wird bei Heck- und Unterflurmotoren angewendet, um das lange Betätigungsgestänge zu vermeiden.

Über Aufbau, sowie über Füllen und Entlüften der Anlage gilt das unter „Hydraulische Kupplungsbestätigung" angeführte.

Abb. 123
Schema einer hydraulischen Kraftstoffregulierung

VERZEICHNIS UNSERER BREMSENDIENSTSTELLEN

IM BUNDESGEBIET

A

Aachen	Adam Jacobs & Sohn	Trierer Strasse Ecke Hickelweg	
Aachen	Günkel & Co.	Düppelstrasse	31225
Altena	**Hans Glöer**	Hagener Strasse 10	2010
Amberg	Franz Pfleger	Herrnstraße 6-8	
Andernach	Karl Breisig	Kölner Strasse 15	2401
Aschaffenburg	Josef Hirsch	Glattbacher Straße 1	23774
Augsburg	August Schelle	Kaiserstrasse 39	4329
Aurich	Autohaus Osterkamp	Emder Strasse	422

B

Backnang	**Karl Scheib**	Sulzbacher Strasse	251
Bad Homburg v. d. H.	Dr. W. Vogler	Bahnhofstrasse 2	2157
Bad Kissingen	H. Rossner	Bibrastrasse 6	2842
Bad Kreuznach	Riemer & Oberst	Mannheimer Strasse 216	6410
Bad Segeberg	Willy Jansen	Kurhausstrasse 26	454
Bad Wildungen	Autohaus Lattemann	Brunnen-Allee 128	
Baden-Oos	Autohaus A. Fortenbacher KG	Sinzheimer Strasse 18	3969
Berg.-Gladbach	Karl Hillenberg	Buchholzstrasse 58	2897
Bergneustadt	Willi Brand	Hauptstrasse	2444
Berlin SW 29	H. Krämer & Co.	Blücherstrasse 48	668740
Berlin-Charlottenburg	Heinz Fandrich GmbH.	Quedlinburger Strasse 10	346461
Berlin-Charlottenburg	Paul Musiat	Kaiserdamm 79	927734
Berlin-Spandau	Willi Otto	Neuendorfer Strasse 69	373157
Biedenkopf	Heinrich Velte	Hainstrasse 59	446
Bielefeld	Neo-Technik	Herdorfer Strasse 110/114	61637/38
Bielefeld	Karl Stratemann	Hermannstrasse 5-7	61237
Bitburg	Gebr. Conrady KG	Saarstrasse 8	337
Bocholt	Fahrzeugbau Robert	Franzstrasse 105	709
Bochum	Erich Pflanz	Wittener Strasse 110	62685
Bochum	Pomaska & Rupeter	Humboldtstrasse 62	66391
Bodenwerder-Kemnade	Gebr. Nagel	Hamelner Strasse 161	494
Bonn	Gietz & Co.	Endenicher Strasse 109	33110
Bopfingen	Hans Götz	Nördlinger Strasse 37	218
Brake	Erich Röll	Schulstrasse 18	876
Braunschweig	Böckemeyer & Will	Fabrikstrasse 1	28692
Braunschweig	Artur Blötz KG	Böcklerstrasse 21	25421/22
Braunschweig-Querum	Mederer Motorenwerk	Forststrasse 50	
Bremen	Wilhelm Schaefer KG	**Industriehof-Autohof**	**52617**
Bremen	Südmeyer & Stuckenbrock	Kattenturmer-Heerstrasse 142-145	50610/50259
Bremerhaven-G	H. Bockelmann	Georgstrasse 79	3007/6831
Bremervörde	Friedrich Tomforde	Ernst-Bode-Strasse 4-6	2445
Brilon	Hermann Siekmann	Möhnestrasse	422

C

Celle	Gustav Sperling GmbH	Harburger Strasse 75	2041
Cochem	Matth. Schneider	Moselstrasse 145	187
Coesfeld	Stefan von Bronk	Dülmer Strasse 38	2053
Cloppenburg	Hermann Jüchter	Osterstrasse 15	2265
Crailsheim	Karl Hebeiss	Untere Ludwigstrasse 5	488
Cuxhaven	Heinrich Botzbach	Abendrothstrasse 7–11	**2396**

D

Darmstadt	Auto-Rosenberger	Eschollbrücker Strasse 18	4713
Detmold	Fritz Altekrüger	Lageschestrasse 144	2738
Dinslaken	Franz Dömpke	Hünxerstrasse 192	2114
Donaueschingen	C. Honer G. m. b. H.	Konstanzer Strasse 1	230
Dortmund	Erich Niestendiedrich	Brügmannstrasse 4	26570
Dortmund	Bruno Richter	Kolpingstrasse 4	34991
Düren-Birkesdorf	Johann Heiden	Dürener Strasse 50	2385
Düsseldorf	Anton Stahl	Hoffeldstrasse 51	60811
Düsseldorf	Karl Müller	Henkelstrasse 148	791411/12
Duisburg	Gebr. Spicker	Grabenstrasse 53	34681
Duisburg-Hamborn	Hans Wittel	Dahlstrasse 87	50763
Duisburg-Meiderich	Bernhard Köpper	Neumühlenstrasse 42	43973
Duisburg-Wanheimerort	Heinrich Schorn	Wanheimer Strasse 385	70741/42

E

Eckernförde	Karl Kühl	Bachstrasse 12	381
Eggenfelden	Josef Läng & Sohn KG.	Oettinger Strasse 20½	227
Einbeck	Ernst Reissig KG	Hannoversche Strasse 21	705
Elmshorn	Elmshorner Automobilzentr. Otto Junge KG.	Flamweg 58	3371
Emden	Autohaus E. von Wedel	Petkumer Strasse 82	3822
Emmerich	Heinrich Meulemann	Steinstrasse 30	325
Essen-Altenessen	Karl Purwin	Altenessener Strasse 59	25557/58
Euskirchen	Gebr. Halbekann	Veybachstrasse 14	2567

F

Feldkirchen	Andreas Völkl	Station Westerham	56
Frankfurt a. M.	Bremsen-Union	Industriehof-Hausen Strasse 11, Gebäude M	779268
Frankfurt a. M.	Hentschel u. Sohn	Hanauer Landstrasse 101-103	41704
Freiburg	Robert Heilmann	Wilhelmstrasse 3	4896
Friedrichshafen	Hafengarage Friedrichshaf. L. Knoll	Hünistrasse 10	240

G

Gaggenau	Hahn u. Vetter	Schillerstrasse 6	272
Gandesbergen	K. Kassebeer	Post Eystrup	259
Garmisch-Partenkirchen	Franz Braun	Hauptstrasse 1	2629
Gelsenkirchen	Karl Hönkhaus	Idastrasse 5	21683
Geseke	Gebr. Richter	Harholdstrasse 55	492
Giessen	Neils & Kraft	Marburger Strasse 68-72	2748/9
Göppingen	Richard Burger	Stuttgarter Strasse 32-34	2818
Göttingen	August Münstermann	Weender Landstrasse 29	24307
Gütersloh	F. H. Müther	Berliner Strasse 179	2430

H

Hagen	Paul Röling	Körnerstrasse 65	2153
Halstenbek	Paul Zukowsky	Altonaer Strasse 231	4426
Hamburg 1	Marx & Co.	Heidenkampsweg 70	242115
Hamburg-Eppendorf	Karl Hoensch	Lockstedter Weg 26–28	476467
Hamburg-Harburg	Herold & Hauptmann	Wilhelmstrasse 15	373550
Hamburg-Harburg	Hans-Werner Tesmer	Hannoversche Strasse 17	770221
Hamburg-Veddel	Friedrich Dohmeyer	Hovestrasse 28	387120
Hameln	R. Schmidt	Lohstrasse 3a	2954
Hameln	Gebr. Siekmann	Ohsener Strasse 74-78	3838/3839
Hamm	August Schäfers	Wilhelmstrasse 178	4241/42
Hanau	Adam Eckstein	Langstrasse 56	3285
Hannover	Josef Eisert	Vahrenwalder Strasse 193	68458
Hannover	Karl Kritscher	Am Listholze 24	69849
Heide	Wilhelm Mesterheide	Turnstrasse 2	2786
Heilbronn	Schwabengarage der Kraftverk., Württembg. AG.	Frankfurter Strasse 67	3675
Hemer	Hugo Draeger & Co.	Hauptstrasse 80	3333
Herford	Ing. H. Ebmeyer KG	Kirchgasse 2	3163
Herne	Fritz Meyer	Goethestrasse 8–10	50616
Hilden	Wilhelm Butz	Apfelstrasse 1-3	2511
Hildesheim	Franz Marheineke oHG	Steuerwalder Straße 29	3355
Hof	Michael Weiss	Westendstrasse 43	3863

I			
Idar-Oberstein	Auto-Maurer	Schönlautenbach 23	4135
Ingolstadt	Auto-Stock	Haunwöhrer Straße 10	2506
Iserlohn	Karl Erwentraut	Hansaallee 9	3215
Itzehoe	Hermann Anders	Feldschmiedeweg 30-34	2489
Jever i. O.	Frerich Hippen	Lindenallee 9	945
K			
Kaiserslautern	H. u. Th. Ansorg Torpedo-Garage	Mannheimer Strasse 9-11	3861
Kalkar	Josef Keutken	Bahnhofstrasse 93	204
Kaufbeuren	Georg Markthaler	Kemptnerstrasse 50	2722
Karlsruhe	Franz Batschauer	Kaiserallee 12	24535
Kempten	Adolf Schleyer	Mittelgasse	3532
Kiel	Johannes Seemann	Marthastrasse 5-10	3936
Kirn	Auto-Schenz	Steinweg 34	38
Kirn	Robert Fuchs	Steinweg 27a	78 u. 385
Kitzingen	Michael Meyer	Schreibergasse 10	4723
Koblenz	J. u. L. Steffens	Bonner Strasse am Sender	8850
Koblenz	W. Stasche	Laubachstrasse 4	32570
Köln-Mülheim	Herbert Becker	Clevischer Ring 168a	63058
Konstanz	Bernd Heisz	Am Döbelplatz	1615/1616
Korbach	Willy Brand	Wildunger Landstrasse 4	664
Krefeld	Karl-Heinz Klein	Kuhleshütte 30-32	21504
Krefeld	August Stelkes	Nassauer Ring 8	25822
Kehl	Joh. Langenbacher KG	Gewerbestrasse 1	
Köln	Robert Nonn	Gutenbergstrasse 144	54265
L			
Lahr	Schmidt & Hartmann	Tiergartenstrasse 16	2598
Landau	Auto-Weigel	Ostring 11	2256
Landshut	Lorenz Maier	Ludmillastrasse 24	2709
Lengde/Kr. Goslar	Herbert Rauch	An der Bundesstrasse 4	440
Lethmathe-Oestrich	Christian Behle	Grünenthalstrasse 25	3884
Limburg	Hugo Engel	Sackgasse 7	338
Lingen	Willy Chudziak	Meppener Strasse 98	440
Lippstadt	J. Braun	Kappeler Strasse 22-24	2295
Lübeck	Hans Piel & Co.	Tackenburger Allee	41513
M			
Mainz-Kastel	Auto-Britz	Am Philippsring 10	2377
Mannheim-Neckarau	AUREPA-Fahrzeugwerk J. Heitger KG	Casterfeldstrasse 40	48041/48847
Mannheim-Neckarau	Arno Hänsel	Amerikaner Strasse 1	43820
Mannheim-Neuostheim	Kurt Schildhorn	Seckenheimer Landstraße 2a	43127
Marburg	Fritz Hermann	Neue Kasseler Strasse 14	2414/15
Memmingen	Ernst Weinmann	Äussere Lindauer Strasse	2643
Mengen/Württ.	Benedikt Kessler		170
Moers	Paul Ketzler KG.	Landwehrstraße	
Moers	Peter van Elsen	Uerdinger Strasse 60	2610
Mülheim (Ruhr)	A. Biedermann	Körnerstrasse 15	41537
München 15	F. u. R. Sedlmeyer	Thalkirchener Strasse 51	74147
München 19	Alois Stösser	Gudrunstrasse 3	62040
München	Karl Stinzer	Rüdesheimer Strasse 15	13484
M.-Gladbach	Peter Lemm	Künkelstrasse 69	22129
Münster	Anton Brand oHG	Weissenburger Strasse 48	4324
N			
Neuötting	August Freudelsperger	Bahnhofstrasse 3	245
Neuss	August Kniest	Hammer Landstrasse 43	3855
Neuwied	Josef Breisig	Heddersdorfer Strasse 15	22401
Nienburg	Auto-Licht-Diesel-Bremsen W. Kanning	Ringstrasse 81	3348
Norden	F. K. Stilkenboom	Süderneuland II	2330
Nürnberg	Hans Kobel	Schanzenstrasse 35	45345
Nürnberg	Fritz Konrad	Fürther Strasse 145	62586
O			
Obing	Karl Freilinger	Hauptstrasse 132	17
Offenburg	Eugen Huber	Goethestrasse 13	1259
Oldenburg/Oldenburg	Raschke	Nadorster Strasse 105	80924
Oldenburg/Oldenburg	Walter Braasch	Bremerstrasse 87	2626
Osnabrück	Auto-Licht-Magnet-Dienst G. Mühlenweg	Klöntrupstrasse 5	2386

Offenburg	Franz Wroblewski	Hauptstrasse 20	1414
Osterode	Karl Zugehör	Lasfelder Strasse 9	829
Otterndorf	August Holst	Stader Strasse 5	187
Overath	Anton Schmitz & Co.	Hauptstrasse 69-71	325
P			
Paderborn	Heinrich Schmidt	Detmolder Strasse 68	3076
Passau	Paul Strasser	Neuburger Strasse 37	6238
Passau-Auerbach 2	Auto-Leebmann KG		2098/6364
Pforzheim i. Bd.	Wilhelm Kühlmann	Rudolfstrasse 8	2034
Pirmasens	Autoh. Reinhard & Friedr.	Zweibrücker Strasse 149	2298/2289
Plattling	Josef & Helmut Eimer	Schulstrasse 25	141
R			
Recklinghausen	Julius Dewald	Bochumer Strasse 2	4996
Remscheid	Heinz Händeler	Freiheitstraße 66	46069
Rendsburg	Karl Ahrendt KG	Hindenburgstrasse 19-23	2831
Reutlingen	Autohaus Schilling	Im Laisen 11	5033
Rotenburg/Fulda	Karl Gottlob & Söhne	Heienhach 9	274
Rottweil	Karl Geiselmann	Balingerstraße 9	808
S			
Schleswig	Diesel-Dohmeyer	Lollfuss 14	3435
Schlüchtern	Simon & Würfl	Hanauer Strasse 35	390
Schongau/Lech	Auto-Resch	Bahnhofstrasse	390
Schw.-Gmünd	J. Pfeiffer K. G.	Kornhausstrasse 1	2690/3932
Schw.-Hall-Weckrieden	Hans Schneider	Bundesstrasse 14	453
Schweinfurt	Friedrich Pflaum	Sachsstrasse 16	2497
Schwenningen	Michael Kutter	Rottweilerstraße 90	395
Siegen	Heinrich Bald	Sieghütter Hauptweg 16	5277/78
Simbach/Inn	Josef Landsmann	Münchener Strasse 5½	34
Singen	Bölle, Vollmer & Co.	Hauptstrasse 29	2002
Soest	Hermann Siedler	Rigaring 1	1078
Solingen	Witte G. m. b. H.	Bismarckstrasse 41	3078
Solingen	Wilhelm Altes	Kronprinzenstrasse 125	21127
Soltau	August Kuhlow	Feldstrasse 20	328
Stade	Hans Nagel	Freiburger Strasse 28	2298
St. Georgen	Wilhelm Bäsch		
Stuttgart-Bad Cannstatt	Walter Trautwein	Neckartalstrasse 139	51084
Stuttgart	Wilhelm Prinzing KG	Villastrasse 1	41936/53528
Stuttgart	Schwabengarage der Kraftverk. Württemb. AG.	Cannstatter Strasse 40-46	40846/40946
Sulingen	W. Clamann	Schmiedestraße 7	
T			
Tauberbischofsheim	Theo Gehrig		409
Traunstein	Anton Unterholzner	Marxstrasse 10	491
Tuttlingen	Eugen Kaufmann	Ludwigstaler Strasse 39	982
U			
Uelzen	Alfred Schleinitz	Lüneburger Strasse 82	2426
Ulm	Georg Kiechle	Schillerstrasse 1	4605
Ulm	Schwabengarage der Kraftverk. Württemb. AG.	Marchthaler Strasse 23	5666
Überlingen	Autohaus H. Jaud		655
V			
Varel	Albrecht & Anders	Neue Strasse 25	312
W			
Waiblingen	Erwin Lorinser	Brunnenstrasse 3	3311
Wanne-Eickel	Hugo Henning	Dorstener Strasse 326 P	70672
Weiden	Anton Forster	Äussere Neustädterstrasse	865
Weidenau	Karl Winkel	Giersbergstrasse 1 Siegen	3221
Weissenau-Ravensburg	Auto-Benz		2724
Wesel	Fritz Zacharias	Schermbecker Landstrasse 6b	2352
Wesel	Heinrich Löll	Baustrasse 43	2560
Wiesbaden	Konrad Lied	Mainzer Strasse 125	22943
Wilhelmshaven	Karl Lonecke KG	Genossenschaftsstrasse 103	4441
Wirtheim, Kr. Gelnhausen	Ludwig Hessberger		162
Witten	Gebr. Marx	Krumme Strasse 11	6358/59
Wittlich	W. Schönhofen	An der Umgehungsstrasse	426
Wuppertal-Barmen	F. u. P. Becker	Westkotterstrasse 69	52908
Wuppertal-Elberfeld	Paul Geiger	Gravelottestrasse 7-9	31472
Wunstorf	Autohaus Sölter	Nordstrasse 35-37	380
Würzburg	Autohaus Buchner oHG	Schweinfurter Strasse 7 a	6061
Würzburg	Hans Wagner	Frankfurter Strasse 26	59358

VERZEICHNIS UNSERER BREMSENDIENSTSTELLEN

IN OESTERREICH

Braunau am Inn	August Hengstl	Bahnhofstrasse 26
Bregenz	Arlberg-Garage	Arlbergstrasse
Bruck/Mur	Franz Ebner	Wiener Strasse 34
Graz	Rauch & Wagner	Kindermanngasse 11
Horn	A. & R. Schachinger	Rossmarkt 6
Innsbruck	Oskar Unger	Reichenau 108 E
Judenberg	Othmar A. Franz	Burggasse 16
Klagenfurt	Autohaus Kaposi & Co.	Villacher Strasse 151-153
Lienz-Osttirol	Josef Thum	
Linz	Hans Warchat	Wiesenau
Reutte	Anton Bertlmann	Lindenstrasse 280
Salzburg	Martin Eder's Erbin	Linzer Bundesstrasse 22
Schrems	Vinzenz Rzepa	Hauptplatz 9
Spittal/Drau	Josef Buchleitner	Conrad-v.-Hötzendorf-Platz 3
Stainach	Rudolf Ossberger	Bahnhofstrasse 23
St. Johann	Autohilfsdienst Müller	
St. Pölten	K. E. Damisch	
Steyr	Josef Kranawetter	Haratzmüllerstrasse 72
Wels	Hans Warchat	Dragonerstrasse 44 b
Wien	Automobil-Handels- und Werkstätten-Betriebe GmbH, vorm. Werk Breitensee der Perl-AG	Triester Strasse 44
Wien	Wilhelm Jul. Gombas	Kagranerplatz 14
Wien	Brüder Hirsch	Am Tabor 16
Wien	Ing. H. Koch, Bremsendienst Warchat	Ortliebgasse 1-3
Wiener Neustadt	Andreas Lechner	Neunkirchner Strasse 57
Wörgl	Hans Scheffold	Salzburger Strasse
Wolfsburg	Grohs & Kainbacher oHG	Wiener Strasse 123
Zell am See	Auto-Moser	Landesstraße 385

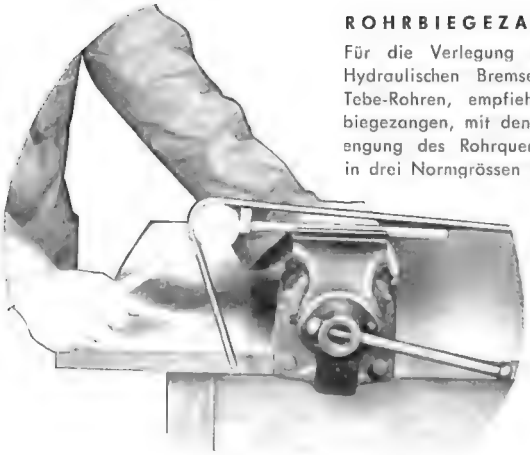


Abb. 9

ROHRBIEGEZANGE 3.9310 – 0100 3 (Abb. 9)

Für die Verlegung der Rohrleitungen an ATE LOCKHEED Hydraulischen Bremsen, insbesondere zur Verarbeitung von Tebe-Rohren, empfiehlt sich die Anwendung der ATE-Rohrbiegezangen, mit denen man Krümmungen bis 180° ohne Verengung des Rohrquerschnittes herstellen kann. Diese werden in drei Normgrössen geliefert, und zwar

für Rohre von 5 mm Aussen-⌀
Bestell-Nr. 3.9310 – 0300.3

für Rohre von 6 – 7 mm Aussen-⌀
Bestell-Nr. 3.9310 – 0200.3

für Rohre von 8 – 9 mm Aussen-⌀
Bestell-Nr. 3.9310 – 0100.3

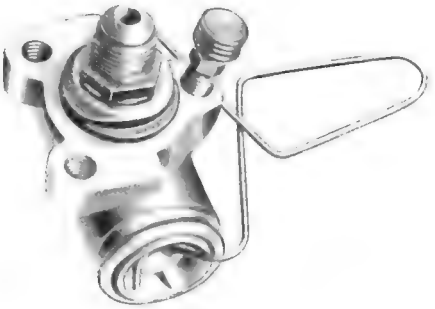


Abb. 10

KOLBENKLAMMER FÜR RADZYLINDER bis 25,4 ⌀ 3.9309 – 0100.1 über 25,4 ⌀ 3.9309 – 0200.1 (Abb. 10)

Bei dem Demontieren der Radzylinder am Fahrzeug oder auf dem Werktisch kann es leicht passieren, dass die Radzylinder-Kolben und Manschetten aus den Zylindern fallen.

Unterstützt wird dieser unerwünschte Vorgang durch die Entspannung der Anschlagfeder. Mit Sicherheit kann man unnützer Arbeit vorbeugen, indem die ATE-Kolbenklammer verwendet wird.

Abb. 11

ENTLÜFTERSCHLÜSSEL (Abb. 11)

Der Entlüfterschlüssel ist für die Entlüftung der ATE LOCKHEED Hydraulischen Bremsen erforderlich und in drei Größen erhältlich.

9 mm Schlüsselweite	Bestell-Nr. 3.3590 – 0300.2
11 mm Schlüsselweite	Bestell-Nr. 3.3590 – 0200.2
14 mm Schlüsselweite	Bestell-Nr. 3.3590 – 0400.2

PRÜFGERÄTE UND WERKZEUGE

Für die ATE LOCKHEED Hydraulische Bremse ist ein einwandfreies Füllen und Entlüften sowie vollkommene Dichtheit der gesamten Anlage Voraussetzung zur sicheren Funktion. Um schnell und sicher festzustellen, ob diese Bedingungen erfüllt sind, stehen Ihnen folgende Geräte zur Verfügung:

BREMSENPRÜFGERÄT ARC 50 (Abb. 1)
3.9305–0400.4 Typ C 2 RN (fahrbar) für 6 Liter Bremsflüssigkeitsinhalt mit Spüler und Testometer

Auf Anforderung stellen wir die Betriebsanleitung zur Verfügung.

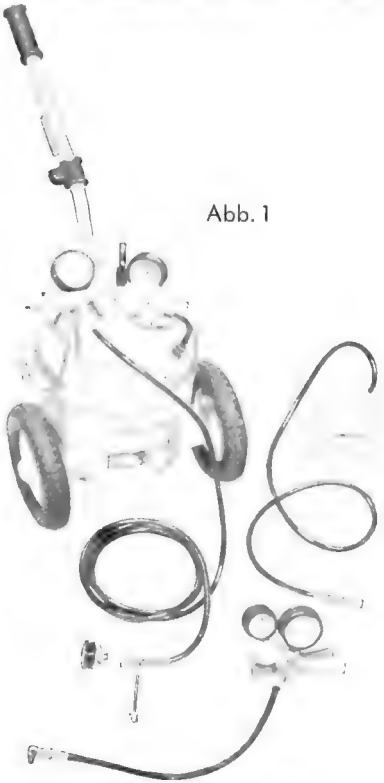


Abb. 1

Abb. 2

ATE-FÜLL- UND ENTLÜFTERGERÄT 3.9302 - 0200.4
für 5 Liter Bremsflüssigkeitsinhalt mit Fülldruck-Kontrolle (Abb. 2)

Nachstehend geben wir Ihnen eine Übersicht der Arbeiten, die von einem Monteur durchgeführt werden können:

Füllen der hydraulischen Bremsanlage mit Bremsflüssigkeit. Dabei sind folgende Anschlussmöglichkeiten gegeben:

a) Anschluss des Expressnippels an ein Radzylinder-Entlüfterventil

b) Anschluss des Expressnippels an dem auf dem Hauptzylinder aufgeschraubten Entlüfterstutzen

Spülen der hydraulischen Bremsanlage mit Spiritus (Anschlussmöglichkeit s. oben.)

ATE-DRUCKPRÜFER 3.9305 - 0200.4 (Abb. 3)

Folgende Prüfungen kann ein Monteur mit ihm durchführen:

Vordruckprüfung der mit Bremsflüssigkeit gefüllten Bremsanlage

Niederdruck-Dichtheitsprüfung der mit Bremsflüssigkeit gefüllten Bremsanlage

Hochdruck-Dichtheitsprüfung der mit Bremsflüssigkeit gefüllten Bremsanlage

Ermittlung des hydraulischen Druckes in Abhängigkeit der Betätigungskraft.

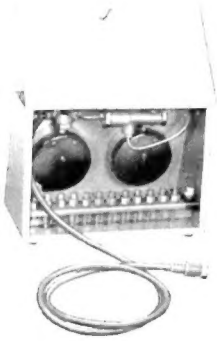


Abb. 3

NACHFÜLLGERÄT 3.9302 - 0400.4 (Abb. 4)

Zur Erleichterung der Nachfüllung von ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit an weniger gut zugänglichen Nachfüllbehältern haben wir dieses Gerät hergestellt. Durch besondere Anordnung der Einfüllrohre ist ein Überlaufen des Nachfüllbehälters unmöglich. Wenn der Flüssigkeitsspiegel ca. 2 cm von dem oberen Behälterrand entfernt ist, hört die Nachfüllung automatisch auf. Entnommene Menge ist an der Skala ablesbar.

Abb. 4

Abb. 5

ENTLÜFTERSTUTZEN (Abb. 5)

Zum Anschluss der Füll- und Entlüftergeräte an den Nachfüllbehälter der Hauptzylinder sind folgende Ausführungen lieferbar:

Gewinde M 20 x 1,5	Bestell-Nr. 3.9308 - 0100.2
Gewinde M 22 x 1,5	Bestell-Nr. 3.9308 - 0300.2
Gewinde M 24 x 1,5	Bestell-Nr. 3.9308 - 0500.2
Gewinde M 30 x 1,5	Bestell-Nr. 3.9308 - 0200.2

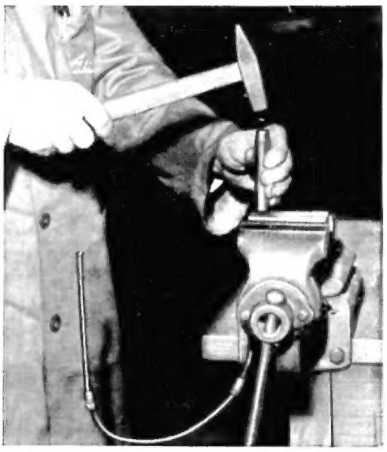


Abb. 6

BÖRDELWERKZEUG 3.9301 – 0500.3 für 5-, 6-, 8- und 9-mm-Rohr (Abb. 6)

Das Werkzeug besteht aus zwei Backen und vier entsprechenden Bördeldornen. Zur Bördelherstellung ist das Rohr rechtwinklig abzusägen, innen und aussen sauber zu entgraten. Im Rohr befindliche Späne sind durch Klopfen oder Durchblasen mit Druckluft zu entfernen.

Nach vorherigem Überstreifen der Rohranschlussmutter wird das Rohrende zwischen den Backen des Bördelwerkzeuges so festgespannt, dass genügend Material vorhanden ist, um das Rohr mit leichten Hammerschlägen anzustauchen und mit dem entsprechenden Dorn den Bördel zu formen.

BÖRDELWERKZEUG MIT DRUCKSPINDEL 3.9301 – 0100.3 (Abb. 7)

Das Bördelwerkzeug ist so gestaltet, dass 5-, 6-, 8-, 9- und 13-mm-Rohr gebördelt werden kann. Eine Spannleiste mit zwei Klemmschrauben enthält alle hierzu erforderlichen Aufnahmen. Für 5-mm-Rohr ist ein Spezialdorn vorhanden, welcher bei Nichtgebrauch an die Spannleiste geschraubt wird. Die Rohre 6, 8, 9 und 13 mm werden mit dem kegelförmigen Dorn gebördelt. Das zu bördelnde Ende des Rohres ist mit ATE-Bremszylinder-Paste oder ATE Blaue Original Bremsflüssigkeit zu befeuchten. Durch Rechtsdrehung der Spindel wird der Bördel in die gewünschte Form gebracht.

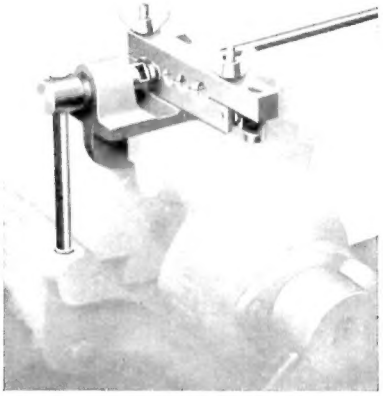


Abb. 7

PEDALSTUTZE 3.9312 - 0100.4 (Abb. 8)

Spannweite von 430 bis 650 mm

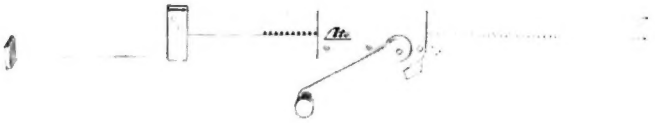


Abb. 8

ERZEUGNISSE

ATE LOCKHEED HYDR. BREMSEN
ATE HILFSKRAFTBREMSEN
ATE ORIGINAL BREMSENTEILE
ATE BLAUE ORIGINAL BREMSFLUSSIGKEIT

•

KOLBENRINGE • DUAFLEX-RINGSÄTZE
VENTILE UND VENTILTRIEBTEILE
ZYLINDERLAUFBÜCHSEN
RIPPENZYLINDER • BREMSRINGE

•

INDUSTRIE-HYDRAULIK
ATE-PUMPEN-HYDRAULIK-OEL
ATE-ROSS-LENKUNGEN
ATE-ROSS-HYDR. ZUSATZLENKUNGEN

•

HAUSHALT-KÜHLSCHRÄNKE
KÜHLANLAGEN • KÄLTEMASCHINEN
TIEFKÜHLTRUHEN • VERDAMPFER

•

KLIMAGERÄTE • KLIMAANLAGEN
KLIMAPRÜFANLAGEN